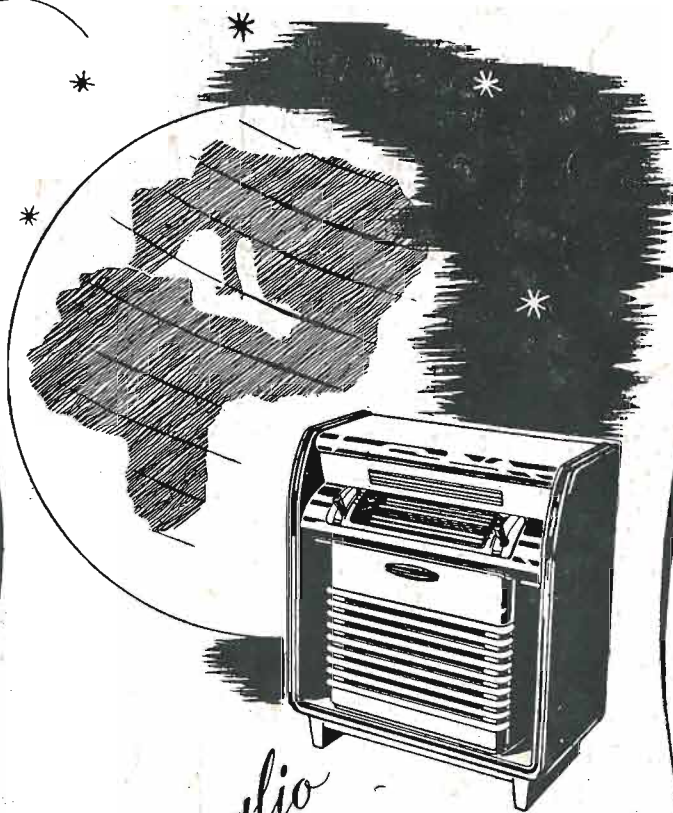
ANNO II • NUM. 10

DICEMBRE 1947

Con gli indici dell'annata

ELETTRONICA

LIRE 150

IN QUESTO NUMERO:

- NOTIZIE BREVI
- CAMPIONI DI FREQUENZA PER RICERCHE DI ACUSTICA ED ULTRACUSTICA
- IL CLISTRON PER LA GENERAZIONE DELLE IPERFREQUENZE
- DUALIZZAZIONE DI TEOREMI SUI CIRCUITI ELETTRICI
- LETTERE ALLA DIREZIONE
- VARIETÀ TECNICHE

Nella Rassegna della Stampa Elettronica

TUBO A MEMORIA - TRASMETTITORE DA 150 W - FREQUENZE PIÙ GRADITE NELL'AUDIZIONE DELLA VOCE E DELLA MUSICA

ANNO II — NUM. 10 — DICEMBRE 1947

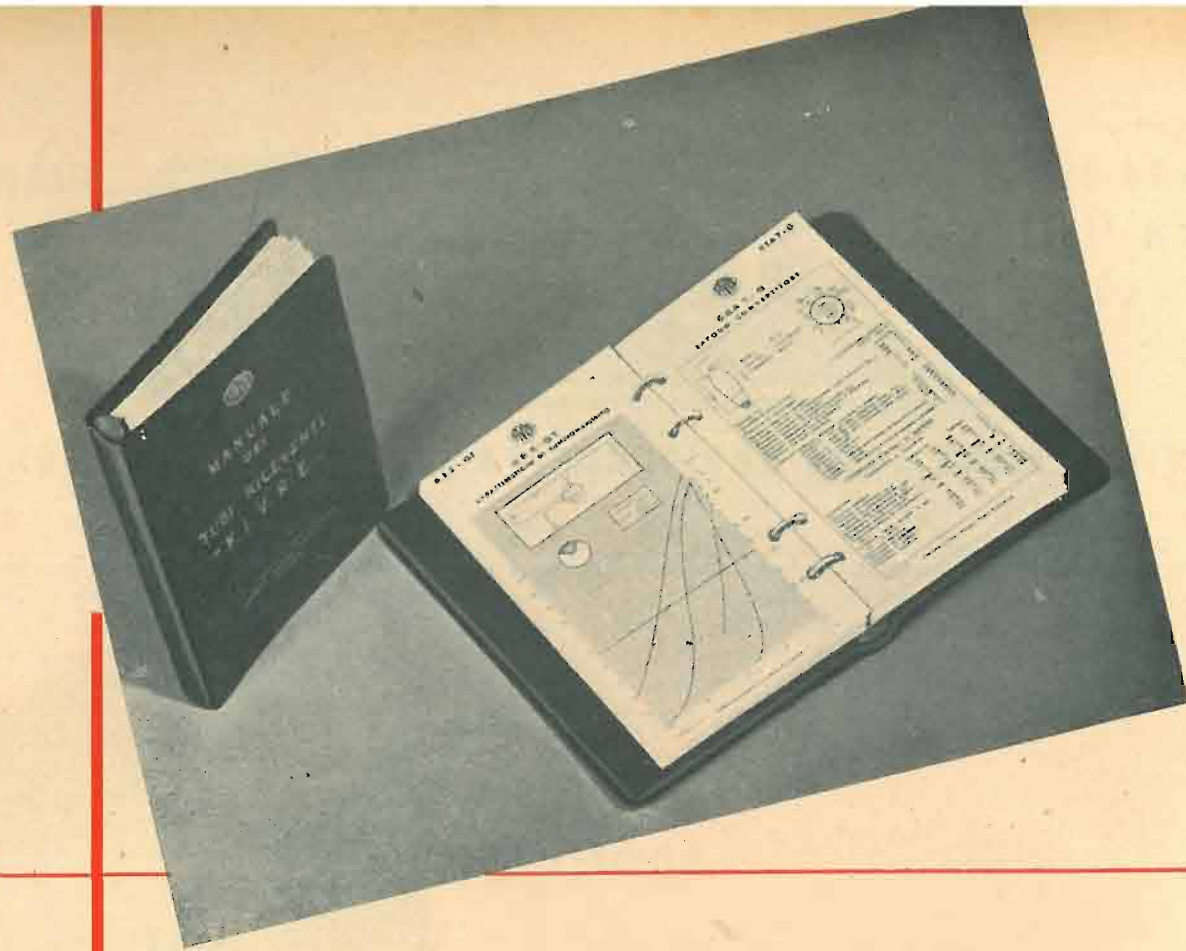
RIVISTA MENSILE DI RADIOTECNICA E TECNICA ELETTRONICA

SOMMARIO

REDAZIONE E AMMINISTRAZIONE . TORINO . Corso G. Matteotti 46 . Tel. 42514 (Sede provvisoria)
Conto Corrente Postale n. 2/30126 - Autorizzazione P. 325 A.P.B.

Un numero in Italia L. 150 (arretrato L. 200); all'Estero L. 300 (arretrato L. 400)

ABBONAMENTI: Annuo in Italia L. 1500; all'Estero L. 3000; Semestre in Italia L. 800; all'Estero L. 1700

La distribuzione viene curata direttamente dall'Amministrazione della Rivista.

MANUALE TASCABILE DEI TUBI ELETTRONICI RICEVENTI F.I.V.R.E.

La FIVRE, in analogia a quanto fanno le principali case estere, ha iniziato la pubblicazione di un manuale tascabile dei dati tecnici delle valvole riceventi • Questo manuale sarà utilissimo a chiunque voglia avere, in forma concisa e chiara, i dati necessari al progetto dei comuni apparati ed all'impiego normale delle valvole • Per ogni tipo di valvola si trovano: l'uso per cui la valvola è stata progettata, le dimensioni d'ingombro, lo schema delle connessioni ai piedini, tutte le caratteristiche elettriche, le condizioni normali di impiego e numerose curve caratteristiche in scale sufficientemente ampie per poter essere direttamente impiegate dai progettisti di apparati • Il manuale è a fogli mobili in modo che l'aggiornamento e la sostituzione dei vecchi fogli possa farsi facilmente • Il prezzo del manuale, comprendente 150 foglietti è di **Lire 800** • L'abbonamento annuo è di Lire 300 e dà diritto all'aggiornamento dei foglietti e a quei foglietti che la FIVRE pubblicherà nell'anno. Coloro che desiderano venire in possesso della pubblicazione sono pregati di scrivere a:

F.I.V.R.E.
Ufficio Pubblicazioni Tecniche
PAVIA
Via Fabio Filzi, 1

FABBRICA ITALIANA VALVOLE RADIO ELETTRICHE

RADIO MODERNE *per la radio-soddisfazione*

I tre apparecchi radio, creati dalle Industrie Riunite Bertoncini di Bergamo, sono quanto di migliore e di più moderno sia stato realizzato nel campo nazionale della radio. Le moderne radio-gioiello "Toti" e "Leila" e il radio-fonografo "Malombra" non hanno nulla da invidiare alle radio di marca famosa. Il loro circuito è l'espressione della tecnica più progredita, così come l'applicazione delle valvole rosse rappresenta la garanzia più sicura di un'audizione perfetta. Gli apparecchi radio-gioiello Bertoncini creano veramente la più completa radio-soddisfazione.

Toti

Supereterodina a 4 valvole rosse. Ricezione di due campi d'onda. Onde medie e onde corte. Alta sensibilità e gradevole riproduzione. Potenza d'uscita 2,5 watt. Scala in cristallo. Alimentazione su tutte le reti c. a. Presa per fonografo. Mobile in noce ed acero di finissima esecuzione.

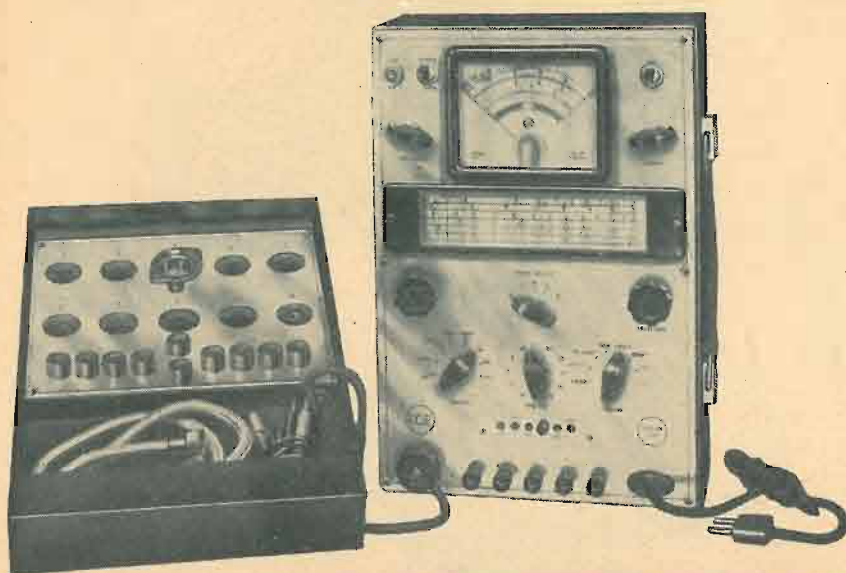
Leila

Supereterodina a 5 valvole rosse. Ricezione di 4 campi d'onda. 1 campo onde medie. 3 campi onde corte. Alta fedeltà e sensibilità. Potenza d'uscita 4 watt. Controllo automatico di sensibilità, controllo manuale di volume e di tonalità. Scala in cristallo di ampie dimensioni. Alimentazione per tutte le reti c. a. Mobile in noce ed acero fine e moderno.

Malombra

È un radio-fonografo a 6 valvole rosse. Ricezione di 4 campi d'onda con 2 altoparlanti di elevata potenza ed alta fedeltà. Controllo automatico di sensibilità. Moderno attacco di pick-up per il fonografo. Scala in cristallo di ampie dimensioni. Mobile elegante di moderna concezione.

BB

INDUSTRIE RIUNITE L. BERTONCINI - BERGAMO

UFF. PROPAG. BERTONCINI - BERGAMO

NOTIZIE BREVI

CANONE PER LE RADIOAUDIZIONI

Il C.I.P. ha autorizzato la RAI ad elevare il canone alle radioaudizioni a L. 1250 per il 1° semestre 1948, il che in effetti significa L. 2500 all'anno.

Sottilmente è stato deciso di seguire un po' la scala mobile, in quanto, delle 1250 lire, 250 restano ferme prezzo base, mentre le L. 1000 potranno aumentare o diminuire a seconda dell'andamento amministrativo della RAI.

C'è da augurarsi che gli amministratori Raini siano tutti emuli di Einaudi che persegue la politica del ribasso.

LA DIREZIONE DEI PROGRAMMI SE NE VA DA TORINO

Il Consiglio d'Amministrazione della RAI ha deciso di trasferire la Direzione Generale dei programmi da Torino a Roma.

Le giustificazioni tirate in ballo per avallare questo nuovo furto fatto a Torino, sono sempre le stesse, quelle che ogni volta servirono a giustificare uguali soprusi, che da anni si vanno perpetrando a danno della nostra città.

La verità pensiamo sia ben altra, e questa temiamo possa avere un substrato politico che viene mimetizzato con scuse amministrative e organizzative.

A quando il trasferimento della Mole Antonelliana?

P. G. P.

CONGRESSO DI FISICA A COMO

Dal giorno 5 al giorno 9 novembre si è svolto a Como il Congresso in occasione del Cinquantenario della Società Italiana di Fisica.

Il giorno 5 dopo il discorso inaugurale del Presidente della Società, prof. Polvani, hanno avuto inizio i lavori del Congresso. Le comunicazioni scientifiche sono state divise in due sezioni A e B seguendo il criterio di dividere i lavori aventi un carattere essenzialmente fisico teorico o sperimentale da quelli aventi invece un carattere tecnico. Il giorno 6 è stato dedicato alle rassegne scientifico-tecniche organizzate di intesa con la Confederazione Generale dell'Industria Italiana. Nelle giornate 7 ed 8 sono continuate le comunicazioni scientifiche divise sempre secondo il criterio suddetto. L'ultimo giorno, cioè il 10, è stato dedicato alla discussione di questioni interne della Società.

Nel campo della fisica teorica è stato presentato un notevole numero di lavori riguardanti i problemi attuali connessi allo studio del nucleo: generazione e assorbimento dei mesoni, componenti dei raggi cosmici, ecc. Nel campo tecnico sono state trattate parecchie questioni riguardanti i più recenti progressi dell'ottica e delle microonde. Il microscopio a contrasto di fase è stato oggetto di alcune comunicazioni sia dal punto di vista dello studio teorico dell'immagine di fase sia della illustrazione dei risultati pratici finora ottenuti.

Nel campo delle microonde è stata data notizia di studi riguardanti le moderne apparecchiature impiegate nella propagazione delle onde centimetriche e decimetriche e nella misura di frequenza e di costanti dielettriche.

È questo il primo Congresso italiano in cui si è manifestato un avvicinamento effettivo dei fisici e dei tecnici. I problemi che oggi attirano l'attenzione del mondo scientifico esigono infatti una intima collaborazione di specialisti nei campi più diversi. È sufficiente accennare agli acceleratori di elettroni e di ioni su traiettorie circolari e rettilinee, impiegati per ottenere energie sempre più elevate per comprendere quanto sentita sia oggi la necessità di collaborazione del fisico e del tecnico. Questa collaborazione è già in atto in quei paesi che hanno ottenuto i maggiori risultati nel progresso scientifico.

Da questo Congresso italiano di fisica si può pertanto trarre l'augurio che altrettanto avvenga nel nostro Paese dove specialmente severi si presentano i problemi da risolvere.

M. A.

GIAPPONE: Attuale situazione radiofonica giapponese.

La Broadcasting Corporation del Giappone, comprendeva, prima della guerra, tre catene di stazioni. Fra di esse, due sono tutt'ora amministrate dalla Corporation, essendo la terza affittata all'Armed Forces Radio Service, allo scopo di trasmettere programmi in Inglese per le truppe Americane.

Essendo la nuova costituzione giapponese entrata in vigore da poco, non comporta regolamenti precisi riguardanti la radiodiffusione.

Attualmente il sistema usato è simile a quello della BBC in Gran Bretagna. La Broadcasting Corporation of Japan è un'impresa indipendente non lucrosa, che detiene il diritto esclusivo alla radiodiffusione. Il controllo del Governo, eccettuato ciò che concerne i regolamenti tecnici, è stato scartato dalle autorità di occupazione; questo stato di cose sussisterà fino alla stabilizzazione di una nuova legislatura radiofonica. È fatto obbligo agli ascoltatori di munirsi di una licenza mensile del costo di 5 yen (circa 10 centesimi di dollaro al cambio ufficiale).

Prima della guerra, si contavano pressochè 7 milioni e mezzo di licenze, ed altrettanti apparecchi riceventi. Gran numero di questi sono scomparsi in seguito a bombardamenti e incendi, e, al 1° marzo 1947, la statistica segnava un numero di 5 678 766 licenze. Si presume che mezzo milione di possessori di apparecchi riceventi non paghi la tassa.

Le stazioni attuali danno due programmi distinti: il primo, dalle 5 del mattino alle 23, il secondo, dalle 5 alle 8 e dalle 17 alle 23.

Le pubblicazioni radiofoniche sono tre: una, privata e di carattere commerciale, la seconda di carattere ufficiale e dipendente dalla Corporation; la terza è una rivista mensile destinata ai radioscolari.

POLONIA: Piano di ricostruzione.

Il Sindacato professionale dei lavoratori della radio Polacca, ha tenuto, il 2 e 3 agosto u. s., un'assemblea, durante la quale il direttore generale della Polskie Radio, M. W. Billing, ha presentato il progetto di realizzazioni

tecniche, riassumibili nella tavola seguente:

Stazioni.	*Potenza.*	*Data d'inauguraz.*
Wroclaw	50 kW	1947
Torun	25 »	1947
Varsovie (Raszyn)	200 »	1948
Katovice	50 »	1949
Caracovie	50 »	1949
Dautzing	10 »	1949
Szezecin	10 »	1949
12 studios à Varsavia		1947
Casa della Radio a Varsavia		1947 al 1952
Casa della Radio a Poznan		1948

Le piccole stazioni polacche sono destinate a sparire. Fra poco la radiodiffusione in questo paese avrà cambiato completamente aspetto, le stazioni emittenti comporteranno una potenza minima di 10 kW. Si potranno emettere simultaneamente due programmi.

La Polskie Radio ha installato nel 1946 quasi 90 000 apparecchi riceventi e radiofonizzato 2000 villaggi con equipaggiamento per l'ascolto comune. Per la fine del 1947 si prevede che 75 000 nuovi apparecchi riceventi saranno installati e 1000 nuovi villaggi radiofonizzati. Si prevede la radiofonizzazione di tutti i villaggi che sono dotati di corrente elettrica. I cittadini, e particolarmente la gioventù polacca, hanno contribuito e contribuiscono attivamente alla realizzazione di questo piano.

IUGOSLAVIA: Dichiarazione obbligatoria degli apparecchi riceventi.

Secondo un regolamento emesso il 24 gennaio scorso, chiunque possieda un apparecchio radio deve dichiararlo, e munirsi di licenza.

Chiunque utilizzi un apparecchio radio senza pagare la licenza sarà soggetto ad un'ammenda uguale al triplo del suo importo annuale.

La tassa è fissata secondo il modello e la qualità dell'apparecchio ricevente ed è pagata trimestralmente.

Boll. U.I.R.

CINA: Progetto di esposizione dei radioamatori.

Gli amatori cinesi si propongono di organizzare per il prossimo anno a Chungking un'Esposizione internazionale dei radioamatori che si aprirà il 15 maggio.

STATI UNITI: I radioamatori ad Atlantic City.

Un certo numero di radioamatori autorizzati, che fanno parte della delegazione dei 75 paesi rappresentati ad Atlantic City, hanno tenuto una conferenza ufficiosa, su invito di gruppi locali, e hanno esaminato diversi problemi interessanti l'attività internazionale dei radioamatori nel mondo.

GRAN BRETAGNA: Tassa d'acquisto sugli apparecchi riceventi dei veicoli.

Il Ministero del Tesoro ha emesso recentemente un'ordinanza, gravante gli apparecchi riceventi e le valvole usate nelle automobili, di una tassa ufficiale d'acquisto pari al 33,3 % del prezzo di vendita. Quest'ordinanza è entrata in vigore l'11 agosto u. s.

GRAN BRETAGNA: Ricerche radiofoniche.

Alcuni mesi fa il Comitato delle Ricerche dell'Institution of Electrical Engineers, designava una commissione destinata a investigare sul domani della coordinazione delle ricerche radiofoniche in Gran Bretagna. La Commissione, nel suo rapporto, raccomanda la creazione di un'Agenzia che, eventualmente sotto la guida del dipartimento delle Ricerche Scientifiche e Industriali, faccia conoscere i lavori intrapresi in materia di radio, e riprenda le ricerche effettuate durante la guerra dal Radio Components Researchs & Development Commitee, e che d'altra parte crei nuove borse di studio post-scolastiche.

DANIMARCA: "World Radio Handbook".

Sotto il titolo di « World Radio Hanbook » apparirà prossimamente in inglese un'opera che sarà di grande utilità agli uditori di tutte le parti del mondo. Quest'opera, che apparirà due volte all'anno, conterrà un gran numero d'informazioni utili al pubblico ed alle Società esercenti la radiodiffusione: liste di stazioni, lunghezze d'onda, orari di trasmissione, organizzazioni di società, vedute sui programmi quotidiani, ecc. Si tratterà di una specie d'annuario della radio mondiale, nel quale la materia è stata accuratamente raccolta ed elaborata durante i due scorsi anni, e che servirà la causa della radiodiffusione internazionale e degli scambi fra gli ascoltatori e gli organismi.

L'UNIONE INTERNAZIONALE DELLA RADIODIFFUSIONE ammessa alla conferenza mondiale di Atlantic City.

La domanda presentata dall'U.I.R. per partecipare alla Conferenza di Atlantic City ha incontrato una feroce quanto ingiustificata opposizione da parte dell'U.R.S.S. e suoi satelliti oltre che del Belgio e della Francia che fanno parte del nuovo organismo O.I.R. (Organisation Internationale de Radiodiffusion).

Nella seduta del 5 giugno il capo della delegazione Inglese fece inserire a processo verbale, una sua dichiarazione che era una difesa dell'U.I.R. e nella seduta del 22 luglio il sig. Georges Conus presidente dell'U.I.R. pronunciò un discorso di fronte all'Assemblea plenaria, controbattendo punto per punto tutte le colpe che venivano addebitate all'U.I.R. Il sig. Conus fu un brillante difensore della causa a lui affidata e sostenne la sua difesa con fermezza e dignità.

L'assemblea plenaria si pronunciò con voto ad appello nominale in favore dell'U.I.R. La decisione fu presa con 24 voti favorevoli, 17 astenuti, 20 contrari.

CORSO SULLE ANTENNE

A cura della sezione di Torino dell'Associazione Periti Industriali, avrà inizio il 22 gennaio un « Corso sulle Antenne » tenuto dal dott. La Rosa dei servizi tecnici della RAI. Le lezioni avranno luogo dalle 18 alle 19 di ogni martedì e giovedì. Per informazioni rivolgersi in via Rossini 18, tutte le sere dalle 17,30 alle 19.

note di redazione

IMPAGINAZIONE DELLA RIVISTA. Molti lettori ci hanno scritto per esprimere desideri ed indicare suggerimenti riguardanti l'impaginazione della Rivista. A tutti rivolgiamo il nostro ringraziamento per le osservazioni e i consigli inviatici. Non potendo qui riportare le diverse proposte avanzate, più o meno discutibili, esporremo alcuni criteri che ci guidano nell'impaginazione di ciascun fascicolo.

In primo luogo occorre ricordare che è necessario occupare interamente, senza inutili sprechi, le pagine della Rivista. Questa esigenza, da sola, impone una notevole limitazione nei possibili movimenti. Altre ragioni che limitano le possibilità di manovra sono: la lunghezza definita e non elastica di ciascun articolo e il numero disponibile di pagine di ciascun fascicolo; l'intenzione di pubblicare i diversi lavori, per quanto possibile, secondo l'ordine di arrivo alla Redazione; l'intento di scegliere, fra quelli disponibili, articoli che, in ognuno dei numeri della Rivista, abbiano carattere diverso, allo scopo di ottenere che ogni fascicolo possa interessare la maggior parte possibile di lettori; la necessità di dare, in qualche caso, la precedenza a notizie, articoli, recensioni che perderebbero parte del loro valore o del loro interesse se non venissero pubblicati tempestivamente; ecc. Inoltre ogni articolo, sarà iniziato, seguendo anche il suggerimento pervenuto da qualche lettore, al principio di pagina dispari in modo che chi vuole potrà ritagliare un articolo senza, per questo, guastarne altri. Gli spazi che, in tal modo, rimangono liberi alla fine di ogni articolo vengono riempite con inserzioni pubblicitarie. Queste risultano di conseguenza più efficaci perchè, così inserite nel testo, rimangono sotto l'occhio del lettore per un più lungo periodo di tempo. Inoltre la Rivista prende così una veste meno monotona e più viva.

Altre difficoltà nascono dall'impaginazione della pubblicità, particolarmente di quella a colori, ma, senza insistere su questo argomento, basterà quanto detto per far comprendere al lettore che l'impaginazione di ogni fascicolo si presenta generalmente come un problema di parole incrociate.

RITARDO NELLA PUBBLICAZIONE DEGLI ARTICOLI. Con grande soddisfazione vediamo giungere sempre più numerosi i lavori inviati alla nostra Redazione. È questo l'indice migliore della simpatia e dell'interessamento con cui viene seguita la nostra fatica ed è anche la migliore ricompensa ad essa.

Tale soddisfazione e ricompensa è, per altro, accompagnata dal rammarico di non poter pubblicare con prontezza i lavori dei vari Autori. Purtroppo varie difficoltà hanno impedito un acceleramento del ritmo di pubblicazione della Rivista che è in notevole ritardo. Io spero tuttavia che i lettori e i collaboratori continueranno a conservarci quella fiducia che è lo stimolo maggiore e più gradito nel nostro lavoro.

G. D.

CAMPIONI DI FREQUENZA PER RICERCHE DI ACUSTICA ED ULTRA-ACUSTICA (*)

dott. ALFONSO BARONE
dell'Istituto Nazionale di Elettroacustica « O. M. Corbino » ROMA

SOMMARIO. Dopo aver accennato alla importanza che ha la conoscenza della frequenza nelle misure di elettroacustica, si descrive un'apparecchiatura atta a fornire una serie di frequenze — della gamma acustica e di quella ultrasonora — stabili e note con adeguata precisione. Le frequenze sono derivate, per demoltiplicazione e moltiplicazione, dalla frequenza di 100 kHz, ottenuta da un oscillatore campione a quarzo piezoelettrico in termostato. Si riferisce in modo particolare intorno al circuito del demoltiplicatore, poichè esso si vale di un nuovo tipo di multivibratore ad accoppiamento elettronico.
L'apparecchiatura comprende inoltre i dispositivi per il controllo della frequenza dell'oscillatore a quarzo; tale controllo è eseguito mediante il confronto con segnali campione ricevuti periodicamente per via radio.

1. Introduzione.

In numerose misure nel campo dell'acustica e della ultra-acustica è necessario usare frequenze molto stabili e note con grande precisione. Questi campioni di frequenza hanno, per esempio, applicazione nelle misure del coefficiente di assorbimento acustico dei materiali basate sul metodo della risonanza di ambienti chiusi, nei rilievi della struttura dei campi sonori nei mezzi continui limitati, in varie questioni riguardanti l'acustica musicale, nonchè nella determinazione delle propietà elastiche dei solidi o dei liquidi attuata mediante misure di velocità del suono alle frequenze acustiche ed ultra-acustiche. È quindi molto utile poter disporre di un'apparecchiatura che fornisca un conveniente numero di frequenze campione mediante le quali si possano, di volta in volta, eseguire adeguati confronti con le frequenze usate nello sperimentare.

Presso l'Istituto Nazionale di Elettroacustica è stata progettata e costruita un'apparecchiatura destinata agli scopi suaccennati, che differisce in molti particolari da quelle analoghe conosciute. Essa può fornire un certo numero di frequenze campione derivate per moltiplicazione e demoltiplicazione da una frequenza fondamentale di 100 kHz, opportunamente stabilizzata mediante quarzo piezoelettrico. L'apparecchiatura permette inoltre di far coincidere, con le frequenze fornite o con frequenze che stanno ad esse in un rapporto semplice, la frequenza di oscillatori esterni, essendo tale confronto possibile mediante l'osservazione delle figure di Lissajous sugli schermi di piccoli oscillografi a raggi catodici, dei quali l'apparecchiatura è corredata.

2. Schema di principio.

Lo schema di principio dell'apparecchiatura è illustrato dalla figura 1. Un oscillatore principale a frequenza di 100 kHz, stabilizzata da un quarzo piezoelettrico in termostato, costituisce il campione fondamentale. Esso comanda contemporaneamente un moltiplicatore ed un demoltiplicatore, i quali forniscono le varie frequenze campione secondarie, di alta e bassa frequenza.

La frequenza dell'oscillatore fondamentale viene controllata per confronto con i segnali trasmessi giornalmente

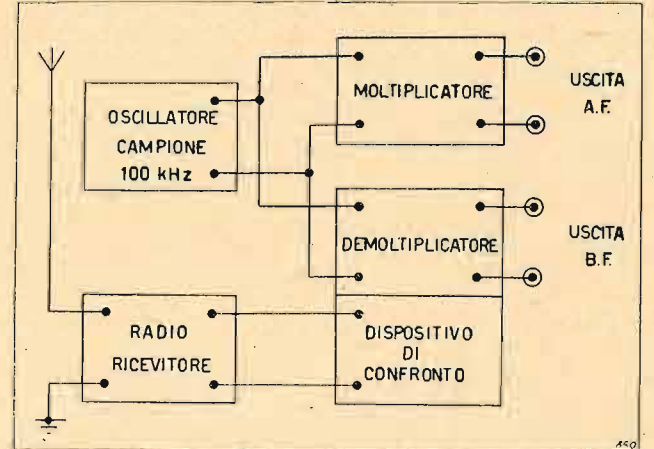



FIG. 1. - Schema di principio dell'apparecchiatura per campioni di frequenza.

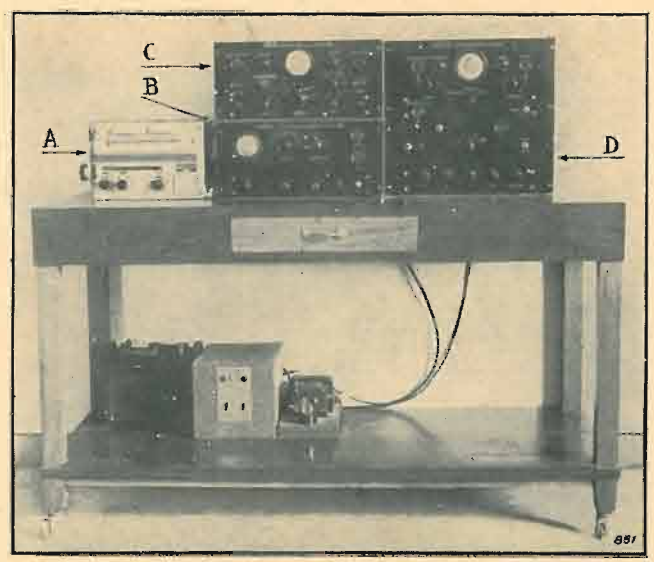



FIG. 2. - Apparecchiatura per la generazione dei campioni di frequenza e loro confronto con le frequenze radiodiffuse dal Bureau of Standards: *A*) radioricevitore; *B*) oscillatore campione a 100 kHz; *C*) moltiplicatore di frequenza; *D*) demoltiplicatore di frequenza e circuiti di confronto.

(*) Pervenuto alla Redazione il 9-VI-1947.

per via radio da determinati Istituti scientifici dotati di campioni di alta precisione. Questo confronto risulta molto più agevole di una misura assoluta di frequenza la quale comporterebbe l'impiego di un orologio sincrono le cui indicazioni fossero riferite al tempo astronomico a mezzo di segnali orari provenienti dagli osservatori. L'oscillatore dovrebbe difatti, in tal caso, funzionare continuamente o, per lo meno, durante un'intera giornata. Con il sistema adottato l'operazione di controllo viene limitata ad un tempo molto breve.

I segnali campione trasmessi dalle stazioni radio hanno la frequenza di 1000 Hz e 4000 Hz, sicchè per confrontare con essi l'oscillazione del campione locale a 100 kHz si utilizza l'uscita dello stesso demoltiplicatore che fornisce le basse frequenze, predisposto per la frequenza di 1000 Hz.

La misura della differenza fra le due frequenze viene eseguita con uno speciale dispositivo oscillografico, i cui particolari verranno descritti in seguito e che permette di stabilire anche il segno della differenza fra le due frequenze.

L'apparecchiatura è formata da blocchi separati ognuno dei quali costituisce un apparecchio a sè stante, avente una precisa funzione; tutto il complesso, riprodotto in figura 2, è disposto su un tavolo facilmente trasportabile.

Le tensioni di alimentazione dei vari apparecchi sono fornite da un alimentatore connesso con la rete di distribuzione e da un accumulatore a 6 volt.

3. L'oscillatore campione.

L'oscillatore campione costituisce la parte essenziale dell'apparecchiatura: esso fornisce la frequenza nominale di 100 kHz stabilizzata da un quarzo mantenuto a temperatura costante in un termostato. Come si vede dalla figura 3, che ne riporta lo schema, l'apparecchio è costituito da un triodo oscillatore seguito da un pentodo separatore-amplificatore; dal circuito anodico, accordato a 100 kHz, viene prelevata la tensione utile.

Il circuito prescelto per l'oscillatore corrisponde ad uno schema già noto e per la sua completa analisi si potranno

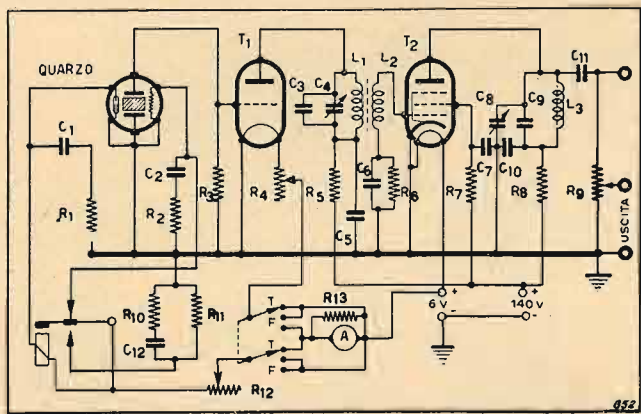



FIG. 3. - Schema dell'oscillatore campione.

$R_1 = 75\ \Omega$; $R_2 = 75\ \Omega$; $R_3 = 5\ M\Omega$; $R_4 = 20\ \Omega$; $R_5 = 4,5\ k\Omega$;
$R_6 = 100\ k\Omega$; $R_7 = 50\ k\Omega$; $R_8 = 6,5\ k\Omega$; $R_9 = 500\ k\Omega$; $R_{10} = 75\ \Omega$;
$R_{11} = 18\ \Omega$; $R_{12} = 15\ \Omega$; R_{13} = shunt; $C_1 = 0,1\ \mu F$; $C_2 = 0,1\ \mu F$;
$C_3 = 100\ pF$; $C_4 = 40\ pF$; $C_5 = 0,5\ \mu F$; $C_6 = 1000\ pF$; $C_7 = 0,1\ \mu F$;
$C_8 = 65\ pF$; $C_9 = 180\ \mu F$; $C_{10} = 0,5\ \mu F$; $C_{11} = 200\ pF$; $C_{12} = 0,1\ \mu F$;

L_1 = 320 spire di filo di rame da 0,2 mm con doppia copertura in seta, avvolte su nucleo a rocchetto in « Sirufer » Siemens; L_2 = 20 spire come L_1 avvolte a fianco; L_3 = 310 spire di filo di rame da 0,2 mm con doppia copertura in seta avvolte su nucleo a rocchetto in « Sirufer » Siemens; A = amperometro c. c. 0,3 A fondo scala; T_1 = Re 134 Telefunken; T_2 = EF6 Philips.

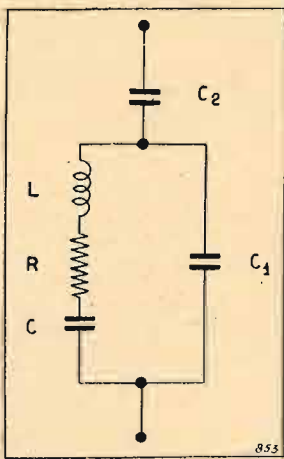



FIG. 4. - Circuito equivalente al quarzo.

consultare i lavori originali ad esso relativi (1); ne richiamiamo tuttavia, in linea generale, il principio di funzionamento.

La piastrina di quarzo, montata sul suo supporto, equivale, dal punto di vista elettrico, al circuito indicato nella figura 4 in cui L, R, C sono le costanti elettriche equivalenti del quarzo a sè stante, considerato come un circuito oscillatorio, C_1 è la capacità fra le due facce della piastrina mentre C_2 tiene conto del fatto che per permettere al quarzo di vibrare liberamente, viene di solito lasciato un sottile strato d'aria fra uno degli elettrodi del sostegno e la corrispondente faccia del quarzo stesso.

Se, come è lecito ritenere, il decremento del quarzo è molto piccolo, l'ammettenza del circuito equivalente presenta un minimo per la frequenza definita dalla relazione: $\omega^2 L \frac{C C_1}{C + C_1} = 1$, che viene detta frequenza di « risonanza-parallelo » ed un massimo per la frequenza definita da $\omega^2 L \frac{C (C_1 + C_2)}{C + C_1 + C_2} = 1$, che viene detta di « risonanza-serie ». Nell'intervallo compreso fra queste due frequenze, come può constatarsi analiticamente, il circuito ha reattanza positiva, cioè si comporta induttivamente.

Se allora andiamo a costituire un oscillatore secondo lo schema di figura 3, esso potrà ritenersi equivalente al noto oscillatore tipo « Huth-Kühn » in cui il circuito oscillatorio di griglia è accoppiato al circuito anodico unicamente mediante la capacità interna griglia-anodo del tubo elettronico.

È noto tuttavia che un tale circuito è in grado di permanere in regime oscillatorio alla condizione che tanto il carico di griglia quanto quello anodico presentino, alla frequenza di oscillazione, reattanza positiva. La frequenza di oscillazione sarà quindi certamente compresa fra la frequenza di risonanza in serie e quella di risonanza in parallelo del quarzo. D'altra parte, perchè anche l'impedenza equivalente al carico anodico presenti reattanza positiva, occorrerà accordare il circuito antirisonante disposto in serie con l'anodo ad una frequenza lievemente superiore a quella di oscillazione del quarzo.

Come tubo oscillatore è conveniente usare un triodo, poichè in esso le capacità interne, in questo caso indispensabili, sono elevate. La stabilità della frequenza è assicurata dalla temperatura costante del quarzo il quale, già di per sè, ha un coefficiente di temperatura molto basso.

La corrente che circola nel riscaldatore del termostato, fornita dalla batteria di accumulatori a 6 volt, è misurata da uno strumento, in modo da portare il dispositivo a funzionare sempre nelle medesime condizioni. Anche la corrente del filamento del triodo viene controllata allo stesso modo, onde evitare che eventuali variazioni nell'emissione elettronica possano influire sul regime oscillatorio.

4. Il moltiplicatore di frequenza.

Questo apparecchio fornisce le frequenze campione nella gamma ultrasonora. In esso si opera la moltiplicazione della frequenza di 100 kHz dell'oscillatore a quarzo e dai suoi morsetti di uscita si possono ottenere successivamente, mediante manovra di un commutatore multiplo, tensioni alle frequenze di 100 kHz, 500 kHz, 1 MHz, 2MHz, 4MHz e 5 MHz con la stessa precisione relativa del campione. Dette tensioni possono anche essere inviate alle placche orizzontali di un piccolo tubo a raggi catodici, che fa parte dell'apparecchio. In tal modo si ha la possibilità, osservando le figure di Lissajous, di confrontare con le frequenze generate frequenze provenienti dall'esterno.

La moltiplicazione è ottenuta per distorsione della forma d'onda e prelevamento delle armoniche mediante circuiti selettori. Il funzionamento di uno stadio moltiplicatore è noto nelle sue linee generali, ma si ritiene opportuno ricordarne le principali caratteristiche a chiarimento dello schema adottato.

La distorsione della forma d'onda si può effettuare mediante l'uso di tubi elettronici in due modi distinti. Un primo modo è quello di far funzionare il tubo elettronico in un tratto della sua caratteristica mutua ad andamento non lineare. Nell'ipotesi che la corrente anodica circoli durante l'intero periodo l'ampiezza delle componenti armoniche è molto piccola e diminuisce rapidamente con l'ordine dell'armonica e col diminuire dell'ampiezza della tensione di griglia. L'uso di un tale procedimento per ottenere la moltiplicazione di frequenza è quindi poco consueto e limitato soltanto a casi speciali.

L'altro modo di effettuare la distorsione della forma d'onda consiste nel polarizzare il tubo elettronico in modo che la corrente anodica circoli soltanto durante una frazione di ciclo (angolo di circolazione) della tensione alternativa di griglia cui, in questo caso, viene conferita ampiezza notevole.

Nel moltiplicatore in esame ci siamo valsi di questo metodo. Come tipo di tubo elettronico si è preferito un pentodo adatto per l'amplificazione di tensione in alta frequenza;

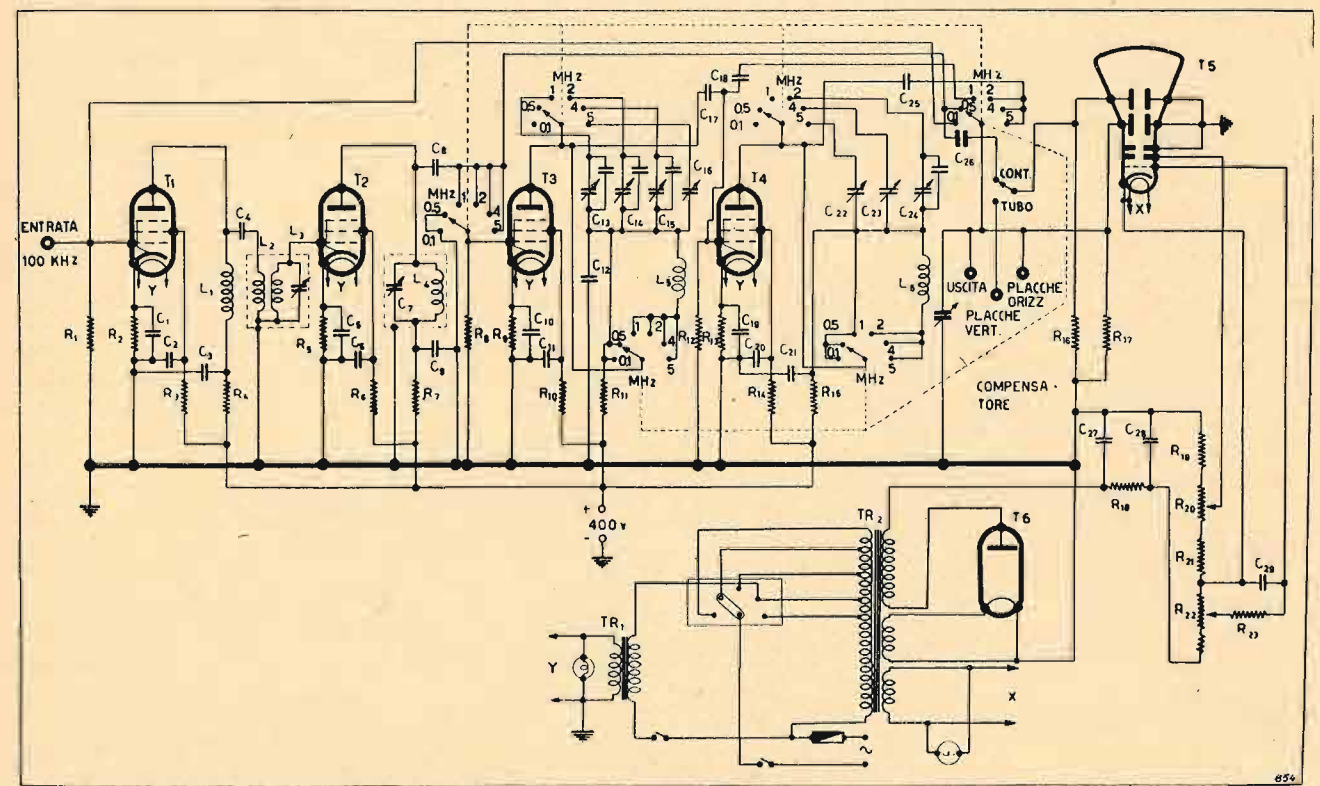



FIG. 5. - Schema del moltiplicatore di frequenza.

$R_1 = 1\ M\Omega$; $R_2 = 10\ k\Omega$; $R_3 = 300\ k\Omega$; $R_4 = 40\ k\Omega$; $R_5 = 3\ k\Omega$; $R_6 = 300\ k\Omega$; $R_7 = 40\ k\Omega$; $R_8 = 2\ M\Omega$; $R_9 = 750\ \Omega$; $R_{10} = 300\ k\Omega$; $R_{11} = 40\ k\Omega$; $R_{12} = 1\ M\Omega$; $R_{13} = 750\ \Omega$; $R_{14} = 300\ k\Omega$; $R_{15} = 40\ k\Omega$; $R_{16} = 1\ M\Omega$; $R_{17} = 1\ M\Omega$; $R_{18} = 200\ k\Omega$; $R_{19} = 200\ k\Omega$; $R_{20} = 100\ k\Omega$; $R_{21} = 70\ k\Omega$; $R_{22} = 30\ k\Omega$; $R_{23} = 500\ k\Omega$;

$C_1 = 0,25\ \mu F$; $C_2 = 0,25\ \mu F$; $C_3 = 0,25\ \mu F$; $C_4 = 450\ pF$; $C_5 = 0,25\ \mu F$; $C_6 = 0,1\ \mu F$; $C_7 = 1000\ pF$; $C_8 = 450\ pF$; $C_9 = 0,25\ \mu F$; $C_{10} = 0,25\ \mu F$; $C_{11} = 0,1\ \mu F$; $C_{12} = 0,25\ \mu F$; C_{13} = compensatore + fisso, 800 pF totali; C_{14} = compensatore + fisso, 200 pF totali; C_{15} = compensatore + fisso, 50 pF totali; C_{16} = compensatore 40 pF totali; $C_{17} = 450\ pF$; $C_{18} = 450\ pF$; $C_{19} = 0,25\ \mu F$; $C_{20} = 0,1\ \mu F$; $C_{21} = 0,25\ \mu F$; C_{22} = compensatore 100 pF totali; C_{23} = compensatore 150 pF totali; C_{24} = compensatore + fisso, 550 pF totali; $C_{25} = 450\ pF$; $C_{26} = 450\ pF$; $C_{27} = 0,5\ \mu F$; $C_{28} = 0,5\ \mu F$; $C_{29} = 0,1\ \mu F$;

L_1 = bobina d'arresto R.F., 5 mH; $L_2 - L_3$ = trasformatore d'aereo Geloso accordato su 0,5 MHz; $L_4 = 100\ \mu H$; $L_5 = 32\ \mu H$; $L_6 = 12\ \mu H$;

TR_1 = trasformatore per filamenti a 6,3 V, 50 W; TR_2 = trasformatore Geloso n. 5553;

T_1 = 6C6 FIVRE; T_2 = 6C6 FIVRE; T_3 = 6C6 FIVRE; T_4 = 6C6 FIVRE; T_5 = DG7/1 Philips; T_6 = 1876 Philips.

(1) Cfr., ad es., M. BOELLA: *Sul funzionamento del piezooscillatore in relazione con la curva di risonanza del quarzo.* « L'Elettrotecnica », XVII, 1930, p. 172.

esso presenta il vantaggio di una resistenza interna piuttosto elevata e quindi consente una migliore selettività del circuito oscillatorio che ne costituisce il carico anodico. Ciò permette di ottenere, nelle oscillazioni moltiplicate, forme d'onda scevre da distorsioni apprezzabili.

Il funzionamento di siffatti moltiplicatori è stato già ampiamente studiato anche dal punto di vista analitico ([2]) e qui si ritiene sufficiente ricordare le sole conclusioni che ci interessano. Il problema si riduce allo sviluppo in serie di Fourier della relazione che fornisce la corrente anodica del tubo. Si può così facilmente constatare che l'ampiezza relativa delle varie componenti armoniche è unicamente funzione dell'angolo di circolazione e che esiste un valore ottimo dell'angolo per cui quest'ampiezza risulta massima. L'angolo di circolazione ottimo è inoltre pressochè inversamente proporzionale all'ordine dell'armonica.

Volendo quindi ottenere una buona moltiplicazione di frequenza si dovrà ridurre la frazione di ciclo durante la quale si ha il passaggio della corrente anodica a valori tanto più piccoli quanto più elevato è il rapporto di moltiplicazione che si desidera raggiungere. Nel nostro caso, per semplificare il circuito, si è tuttavia ritenuto utile mantenere il medesimo angolo di circolazione per tutte le armoniche, scegliendolo sperimentalmente in modo da fornire una tensione di uscita sensibilmente costante per tutti i rapporti di moltiplicazione previsti nell'apparecchio.

Lo schema del moltiplicatore è riportato in figura 5. Il tubo T_1, alimentato dall'oscillatore a quarzo, opera una prima moltiplicazione di frequenza, e ai capi del suo circuito anodico, accordato a 500 kHz, si preleva una tensione a frequenza 5ª armonica della oscillazione di entrata; detta tensione viene convenientemente amplificata dall'amplificatore lineare T_2. Le armoniche successive si ottengono dal tubo T_3 che funziona anch'esso da moltiplicatore. Alla griglia viene inviata la tensione a 500 kHz ottenuta in precedenza e dal circuito oscillatorio anodico si prelevano le frequenze armoniche di 1, 2, 4, 5 MHz.

Il circuito oscillatorio può infatti essere accordato successivamente su queste frequenze perchè una sezione del commutatore multiplo dispone in parallelo alla bobina i condensatori aventi la capacità richiesta. Un ulteriore stadio amplificatore selettivo provvede ad elevare le tensioni di uscita in modo da produrre sullo schermo dell'oscillografo figure di Lissajous sufficientemente estese.

La polarizzazione dei tubi elettronici è del tipo misto con resistenze di griglia e di catodo per modo che, anche in assenza di oscillazione, la corrente anodica resti limitata.

Quando la tensione a frequenza moltiplicata fornita dall'apparecchio viene prelevata mediante collegamenti esterni, le inevitabili capacità parassite influenzano sensibilmente l'accordo dello stadio finale. Ad evitare questo inconveniente è stato disposto in parallelo ai morsetti di uscita un piccolo condensatore variabile («compensatore») mediante il quale si riporta il circuito oscillatorio all'accordo perfetto.

(Continua)

([2]) F. E. Terman, J. H. Ferns: The Calculation of Class C Amplifier and Harmonic Generator Performance of Screen-Grid and Similar Tubes. «Proc. I.R.E.», XXII, 1934, p. 359.

IL CLISTRON PER LA GENERAZIONE DELLE IPERFREQUENZE (*)

dott. ing. MARCELLO FABIO FRANCARDI - FIRENZE
Allievo del Corso di Specializzazione in Radiocomunicazioni all'Università di Bologna

SOMMARIO. Nella presente nota sono considerati i fenomeni che limitano la possibilità di impiego dei tubi elettronici quali generatori di frequenze ultra-elevate con particolare riferimento al tempo di transito ed alle caratteristiche dei circuiti oscillatori. Viene quindi esaminato il principio di funzionamento dei tubi a modulazione di velocità che rappresentano una delle più attuali e brillanti soluzioni del problema della generazione ed amplificazione delle iperfrequenze.

1. Premessa.

Sono noti i metodi classici impiegati per la generazione delle oscillazioni e. m. ma, per il fine che ci proponiamo, è bene prendere in esame gli inconvenienti che i circuiti ed i tubi elettronici normali presentano quando la frequenza delle oscillazioni è molto elevata. In tale caso occorre tener conto del tempo che gli elettroni impiegano per superare il tratto catodo-anodo e della impedenza che gli stessi elettrodi presentano in conseguenza della capacità e della induttanza propria e dei collegamenti del tubo.

Un triodo che funzioni come generatore a R. F., per frequenze comprese entro lo spettro delle onde medie o corte si comporta, agli effetti della azione della tensione di griglia v_g sulla corrente anodica i_a come un relè a risposta immediata. Il suo comportamento è quindi tale che si può trascurare il tempo, necessariamente finito, che gli elettroni impiegano per superare lo spazio interelettrodico del tubo rispetto al periodo della oscillazione generata.

In tali condizioni è verificata la relazione di fase che deve sussistere fra i parametri elettrici che agiscono sull'elettrodo di comando e quelli che si creano ai capi dell'impedenza anodica. Perciò è possibile il funzionamento del triodo quale generatore in quanto si può introdurre nel circuito oscillatorio cui è collegato, una resistenza negativa uguale a quella dissipativa del circuito stesso, e mantenervi quindi il regime oscillatorio.

È facile accorgersi che ciò è ammissibile fino a che il periodo di oscillazione è superiore al tempo di transito degli elettroni attraverso gli elettrodi del tubo. In caso contrario si verifica un fenomeno di inerzia elettronica e cioè l'azione pilota del potenziale di griglia v_g sulla corrente anodica i_a esercita il suo effetto con un ritardo dovuto al fatto che gli elettroni che giungono sulla placca in un determinato istante sono quelli relativi ad una situazione del potenziale di griglia che si è verificata precedentemente.

Infatti indicando con s la distanza fra due elettrodi fra i quali sia stabilita una d. d. p. di V volt, il tempo che un elettrone (che parte da quiete) impiega per portarsi dall'uno all'altro è:

$$t = s/u = s/\sqrt{2\,e\,V/m} \quad [1]$$

dove e, m ed u sono rispettivamente la carica elettrica, la massa e la velocità dell'elettrone.

Se poi gli elettrodi sono rispettivamente la griglia e l'anodo di un tubo, è evidente che esso non può funzionare nelle condizioni sopra dette se il tempo di transito t ed il periodo $T = 2\pi/\omega$ della oscillazione sono dello stesso ordine di grandezza. Questo si verifica praticamente nel caso che si debbano generare onde centimetriche.

A queste considerazioni debbono aggiungersi anche quelle relative alle capacità interelettrodiche del tubo, le quali presentano una reattanza inversamente proporzionale alla frequenza. Esse, oltre a dissipare parte della energia a radiofrequenza prodotta, limitano il valore minimo della capacità inclusa sul circuito oscillatorio.

Per elevare la frequenza limite di funzionamento di un tubo termoionico vi sono quindi due vie: limitare la distanza interelettrodica s o aumentare le tensioni di lavoro, come risulta dalla relazione scritta sopra, ma occorre inoltre che le dimensioni superficiali degli elettrodi siano quanto più possibile limitate per ridurre al minimo le capacità mutue.

Le limitazioni e le esigenze alle quali abbiamo accennato mostrano come si raggiunge una situazione di compromesso fra la massima frequenza di lavoro, la potenza utile ed il rendimento.

I primi tubi che furono costruiti secondo questi criteri sono del noto modello «ghianda» nei quali si ottiene una forte riduzione della capacità trasferita sugli elettrodi dai terminali di connessione.

Particolarmente uniforme deve essere, nei tubi per iperfrequenze, la distanza catodo-griglia, altrimenti gli elettroni arrivano sulla placca con situazioni di fase diverse; ciò diminuisce in modo sensibile il rendimento. Si presentano quindi notevoli difficoltà di carattere tecnologico.

L'impiego di materiali a minima perdita e di ottime caratteristiche meccaniche, sia per gli elettrodi, sia per l'involucro che li racchiude, ha pure molta importanza.

In tali tubi, aventi elettrodi di dimensioni molto limitate risulta particolarmente gravoso il problema del raffreddamento non appena si vogliono ottenere potenze elevate.

La induttanza dovuta agli elettrodi ed ai loro terminali viene per quanto possibile ridotta, sia mediante lo studio della disposizione più adatta degli stessi terminali (che spesso per ogni elettrodo sono più di uno) sia con l'impiego di circuiti oscillatori a costanti distribuite nei quali gli elettrodi risultano un prolungamento delle strutture che costituiscono il circuito oscillatorio esterno (linea, cavità ecc.).

Inoltre le dimensioni geometriche dei circuiti oscillatori per iperfrequenze (oltre 3000 MHz) sono molto limitate, e quindi assai critiche, ed il fattore di merito assai

---

(*) Pervenuto alla redazione l'11-VIII-1947. - Revisione della redazione ultimata l'11-IX-1947.

basso causa la perdita per irradiazione e per effetto pellicolare, eccezion fatta del caso in cui tali circuiti siano del tipo a cavità.

Lo studio delle proprietà delle cavità risonanti, le quali hanno grandi dimensioni geometriche rispetto alla lunghezza d'onda di risonanza e consentono una forte riduzione delle perdite per irradiazione, ha informato la tecnica dei tubi del tipo a « modulazione di velocità » per i quali vengono a cadere tutte le considerazioni svolte sul tempo di transito e sulle capacità interelettrodiche. Si tratta di una soluzione molto elegante del problema che fu del resto affrontato anche con i triodi mediante una disposizione, ormai di interesse quasi esclusivamente storico, nota sotto il nome di Barkhausen-Kurz che fu in seguito sviluppata dal Pierret e dallo Scheibe.

2. Il clistron.

Nella impossibilità di ridurre il tempo di transito degli elettroni al punto di renderlo trascurabile rispetto al periodo delle oscillazioni ad iperfrequenza, si è creato un modello di tubo elettronico che trae partito da tale tempo.

Si tratta concettualmente di modulare a radio-frequenza la densità di un flusso di elettroni che percorre due circuiti oscillatori costituiti da due cavità risonanti accoppiati fra loro mediante una guida d'onda: il primo di essi cede energia a R. F. agli elettroni i quali, successivamente, cedono tale energia al secondo.

Il trasferimento di energia avviene esclusivamente per via induttiva.

Premettiamo che quanto verrà detto è valido in queste ipotesi:

1) che sia trascurabile l'effetto della carica spaziale;

2) che gli elettroni si muovano secondo l'asse di simmetria del tubo (asse x della figura 1);

3) che la distanza fra le griglie delle cavità risonanti sia piccola rispetto alla lunghezza d'onda di lavoro e che gli elettroni non trovino ostacolo attraverso esse.

Dalla figura 1 che rappresenta schematicamente la sezione di un clistron osserviamo che gli elettroni emessi dal catodo K, focalizzati prima da un cilindro W (condensatore) e quindi dal sistema di lenti elettrostatiche L ed L', percorrono l'asse x attraversando le griglie G_1, G_2, G_3 e G_4 per essere infine raccolti da un elettrodo anodico A (collettore).

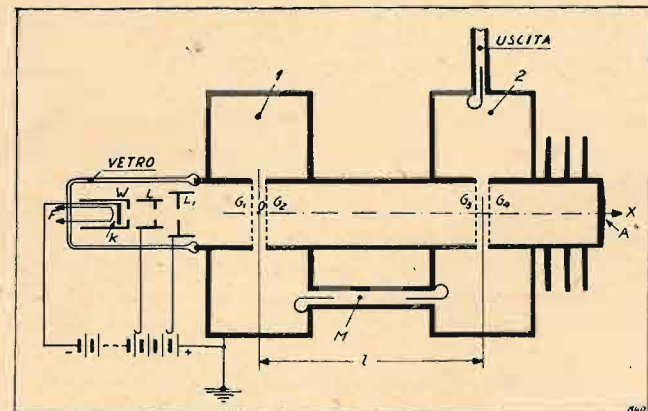
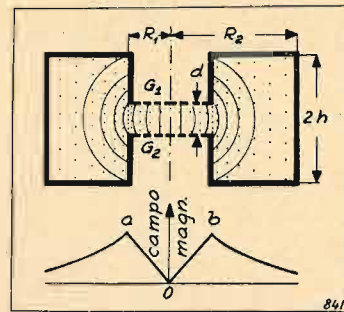



FIG. 1 - Sezione schematica di un clistron a due cavità.

FIG. 2 - Distribuzione del campo elettrico e magnetico in una cavità cilindrica rientrante eccitata sulla sua frequenza fondamentale.

Le griglie, di cui abbiamo indicato la traccia sul piano del disegno, sono parte di due cavità risonanti 1 e 2 che supponiamo del tipo cilindrico rientrante aventi simmetria rispetto all'asse X. Esse sono accoppiate mediante la guida d'onda M.

La prima cavità è chiamata « Buncher » (o addensatrice), la seconda « Catcher » (ricettrice), il cilindro di lunghezza l compreso fra le griglie delle due cavità è chiamato cilindro-guida o addensatore (drift).

Le cavità ed il cilindro-guida fanno parte di una sola struttura metallica posta a terra e isolata dal catodo e dal dispositivo ottico elettronico.

Le cavità risonanti impiegate nel clistron sono del tipo rientrante, tali cioè che le regioni dove è massimo il campo elettrico a R. F. che in esse si manifesta siano limitate da superfici molto vicine.

La distribuzione del campo elettromagnetico presente in una cavità della forma considerata, eccitata sulla frequenza di risonanza, è illustrata dalla figura 2.

A partire dai punti dell'asse x l'intensità del campo magnetico, simmetrico rispetto a tale asse, aumenta linearmente (tratti Oa ed Ob) con la distanza, diviene massima per $R = R_1$ e poi decresce secondo un arco di iperbole per $R > R_1$.

Il campo elettrico si addensa invece nella regione compresa fra le due superfici G_1 e G_2 e, in una regione non molto estesa prossima all'asse X, esso può ritenersi uniforme. Nel clistron questa regione è percorsa dal raggio elettronico e quindi le superfici G_1 e G_2 assumono la funzione di griglie (1).

Supponiamo che la cavità 1 sia eccitata sulla frequenza di risonanza dall'impulso destato dai primi elettroni che raggiungono il piano della griglia G_1 dotati della velocità iniziale u_0. La d. d. p. fra le griglie G_1 e G_2 fra le quali si svolge il campo elettrico sarà esprimibile con

$$v = V \operatorname{sen} \omega_0 t \quad \text{essendo:} \quad \omega_0 = 2\pi f_0.$$

Un elettrone quindi, nell'attraversare le griglie G_1 e G_2, subirà una variazione di velocità in più o in meno rispetto ad u_0 secondochè il campo elettrico sostenuto fra le griglie è tale da accelerarlo o ritardarlo. A valle delle griglie della cavità 1 varrà quindi per i valori istantanei

(1) In una cavità del tipo rientrante cilindrico la espressione della lunghezza d'onda fondamentale di risonanza è legata alle dimensioni geometriche dalla relazione:

$$\lambda = 2\pi R_1 \sqrt{\frac{h}{d} \cdot \log_e \frac{R_2}{R_1}} \cdot$$

la relazione:

$$\tfrac{1}{2}\, m u^2 = e\,(V_0 + V \operatorname{sen} \omega_0 t) \quad \text{cioè}$$

$$u = \sqrt{\frac{2e}{m} V_0} \sqrt{1 + \frac{V}{V_0} \operatorname{sen} \omega_0 t} \quad \text{essendo}$$

$$[2] \qquad u_0 = \sqrt{\frac{2e}{m} V_0}$$

e V_0 il potenziale da cui ha origine la velocità iniziale u_0 dell'elettrone.

Ma vi saranno anche elettroni che non sono nè accelerati, nè ritardati: sono quelli che attraversano le griglie G_1 e G_2 quando la d. d. p. fra esse è nulla, e che proseguono quindi lungo il cilindro-guida con la velocità iniziale u_0.

In sostanza quindi gli elettroni più accelerati, la cui massima velocità è

$$u_{\max} = u_0 \sqrt{1 + V/V_0}$$

tendono a raggiungere lungo il cilindro-guida quelli meno accelerati, mentre gli elettroni ritardati, la cui velocità minima è:

$$u_{\min} = u_0 \sqrt{1 - V/V_0}$$

saranno a loro volta raggiunti da quelli più veloci. Il rapporto V/V_0 è sempre minore dell'unità.

In altre parole entro il cilindro guida gli elettroni hanno velocità diverse; ciò si esprime dicendo che essi sono *modulati in velocità* e tale modulazione è impressa dalle tensioni oscillatorie della cavità risonante che si manifestano fra le griglie G_1 e G_2. Tale modulazione di velocità determina, entro il cilindro-guida, addensamenti e diradamenti degli elettroni il cui flusso risulta quindi di densità variabile.

La variazione di densità elettronica che si verifica lungo l'asse del cilindro guida è evidentemente funzione del tempo e dello spazio x percorso.

Indicando con I la intensità di corrente elettronica (costante) nei punti dell'asse x che precedono le griglie del modulatore, e con I_x la corrente in un generico punto dell'asse x posto dopo il modulatore, calcolata in un determinato istante, avremo che nel punto considerato la variazione di densità elettronica è data dal rapporto I_x/I. Potremo quindi scrivere genericamente:

$$I_x/I = f\,(x,\ t).$$

La determinazione della relazione scritta è molto laboriosa dal punto di vista matematico (vedi bibl. 2). Ci limiteremo quindi ad esaminare le rette $x = f_1(t)$, cioè il diagramma che rappresenta lo spazio percorso dagli elettroni lungo i punti dell'asse x posti dopo le griglie del modulatore in funzione del tempo (fig. 3); le curve $I_x/I = f_2(t)$ che danno la variazione della densità elettronica in un determinato punto dell'asse in funzione del tempo (fig. 4) ed infine le curve ($I_x/I = f_3(x)$ che rappresentano l'andamento della densità elettronica lungo i punti dell'asse x in un determinato istante (fig. 5).

Nel diagramma di figura 3 le ordinate sono proporzionali alle distanze lungo l'asse x e l'origine coincide col piano medio fra le due griglie G_1 e G_2 (vedi linee tratteggiate a fianco della fig. 3) del modulatore. Le ascisse sono invece proporzionali al tempo; l'unità scelta per la misura dei tempi è il periodo T; vengono considerate le rette spazio-tempo degli elettroni che attraversano le griglie G_1 e G_2 ad intervalli di tempo pari a $T/12$.

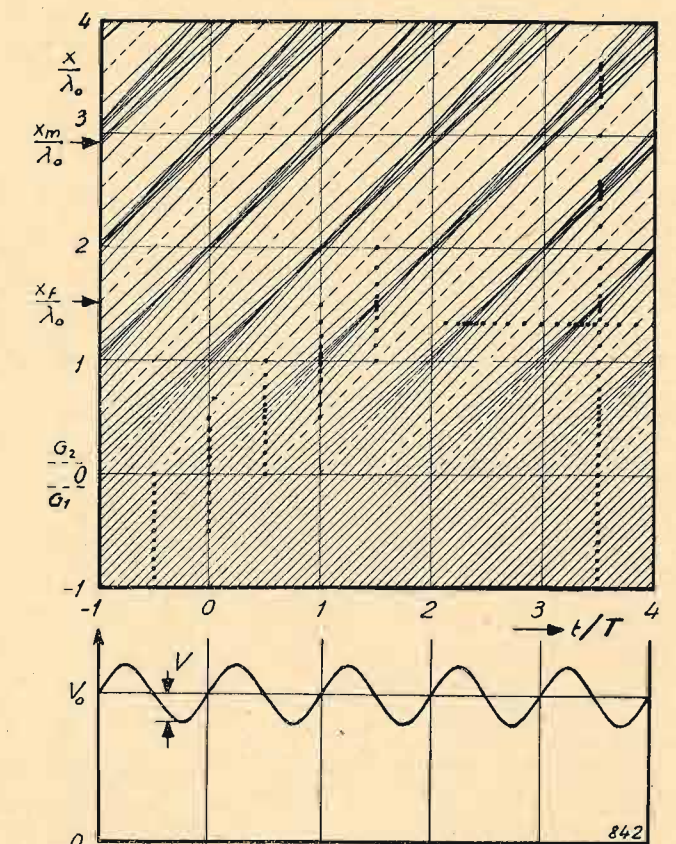



FIG. 3 - Nel diagramma superiore è rappresentato lo spazio percorso, in funzione del tempo, da elettroni che attraversano le due griglie G_1 G_2 ad intervalli regolari pari a $T/12$. Sono usate le coordinate numeriche x/λ_0 e t/T. Nel diagramma inferiore sono rappresentati i potenziali acceleratori degli elettroni; quello variabile (che si manifesta fra le due griglie G_1 G_2) ha un'ampiezza V pari a 0,2 V_0 (V_0 = potenziale acceleratore continuo) e si può dire che in tal caso la « modulazione di velocità » impressa agli elettroni ha una profondità del 20 %. In seguito alla diversa inclinazione delle rette del diagramma superiore, corrispondenti a diversa velocità, si producono, ove tali rette convergono, addensamenti o "pacchetti" di elettroni. Alla distanza x_f (fuoco) la densità diviene per la prima volta infinita (teoricamente); alla distanza x_M è massima la prima componente dello sviluppo della corrente in serie di Fourier. Le serie verticali di puntini rappresentano la distribuzione lungo il percorso degli elettroni in determinati istanti; la serie orizzontale rappresenta la successione nel tempo degli elettroni in un determinato punto.

Le rette tratteggiate si riferiscono a quegli elettroni che non vengono nè accelerati nè ritardati; infatti essi attraversano le due griglie negli istanti in cui la d. d. p. fra esse è nulla.

In seguito alla diversa accelerazione subita si vede chiaramente, dalla convergenza o dalla divergenza delle rette spazio-tempo, che gli elettroni si addensano o si diradano e che questo effetto è massimo, teoricamente infinito, per un certo valore $x = x_f$ dello spazio percorso lungo il cilindro-guida (distanza focale).

L'addensamento elettronico si propaga lungo il cilindro-guida con la velocità u_0. Per valori di $x > x_f$ il massimo si sdoppia in due che si distanziano con l'aumentare di x. Ciò è chiaramente mostrato dalle figure 3 e 4 dalle quali si rileva che i massimi di densità elettronica sono intervallati, lungo l'asse del cilindro-guida, ad una distanza

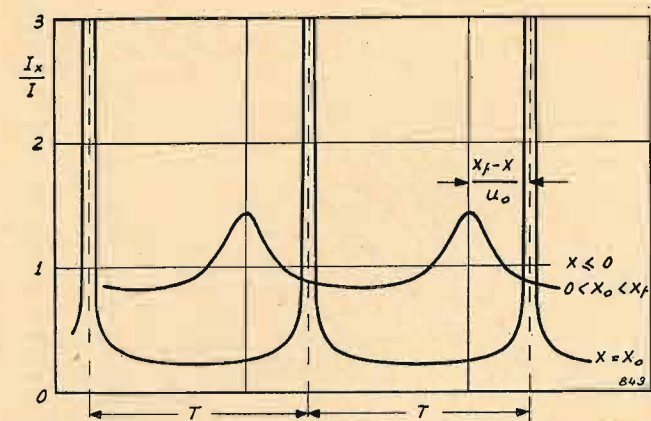



FIG. 4 - Andamento della corrente relativa (I_x/I) in funzione del tempo in tre punti diversi del cammino del fascio elettronico. Per $x \lessgtr o$ cioè prima o fino al piano medio delle griglie il flusso di elettroni e quindi la corrente è costante; dopo tale piano ma prima del piano focale cioè in un punto x tale che via $0 < x < x_f$ il flusso è variabile; per il piano focale ($x = x_f$) il flusso raggiunge in certi istanti valore teoricamente infinito.

$\lambda_0 = u_0\, T$. Questa distanza è chiamata «lunghezza d'onda degli addensamenti elettronici» o dei «pacchetti elettronici» (electron bunches).

L'addensamento si propaga quindi lungo il cilindro-guida con una velocità u_0 chiamata «velocità di gruppo» che può essere variata entro ampi limiti alterando il valore del potenziale degli elettrodi focalizzatori. Ad ogni valore della velocità di gruppo u_0 corrisponde un valore della lunghezza d'onda degli addensamenti elettronici $\lambda_0 = u_0 T$ e quindi un numero definito di gruppi di elettroni dislocati fra le griglie delle due cavità.

Osserviamo che la densità degli elettroni può raggiungere valori teoricamente infiniti (fig. 4 e 5) e ciò perchè è stato trascurato l'effetto della repulsione che essi esercitano l'uno sull'altro ed il conseguente sfioccamento del raggio elettronico. Questo effetto, che potremo chiamare di carica spaziale, tende ad opporsi al processo di modulazione di velocità, e si cerca di limitarlo per quanto è possibile ricorrendo all'impiego di un campo magnetico focalizzatore, di intensità costante diretto secondo l'asse del tubo. Di conseguenza le traiettorie degli elettroni assumono un andamento elicoidale lungo il cilindro. Le considerazioni svolte restano valide se le eliche sono molto tese, cioè se possono confondersi con segmenti di retta.

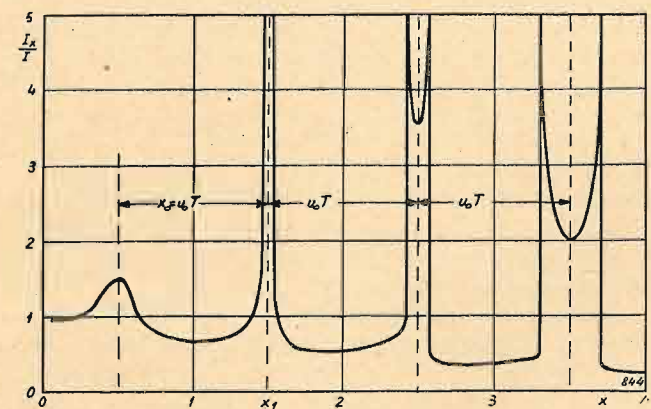



FIG. 5 - Andamento della corrente relativa (I_x/I) lungo il fascio elettronico (cioè in funzione dalla distanza x) nell'istante in cui nel piano focale la corrente assume il valore massimo (teoricamente infinito).

Facendo riferimento alle figure 1 e 2 si può osservare che la seconda cavità (ricettrice) avendo le stesse dimensioni della prima, ha anche la stessa frequenza di risonanza. Ora il flusso elettronico, attraversando le griglie G_3 e G_4 a gruppi che si succedono con una frequenza pari a quella di risonanza della seconda cavità, può determinare l'eccitazione di quest'ultima. Energia viene allora ceduta dal flusso elettronico alla cavità; ciò succede a condizione che, quando G_4 è negativa rispetto a G_3, il flusso che attraversa le griglie abbia la massima densità. Allora esso risulta frenato (mentre l'accelerazione coincide con gli istanti di minimo flusso) e una parte dell'energia cinetica posseduta dal «pacchetto di elettroni» contribuisce, per inerzia, a caricare ancor più negativamente la griglia G_4 aumentando così l'eccitazione della cavità.

Naturalmente l'energia a R. F. ottenuta nella seconda cavità è ricavata a spese di quella erogata dalle sorgenti che alimentano gli elettrodi del tubo (L, L' e massa delle due cavità e del cilindro in fig. 1) e che in tal modo provvedono a conferire agli elettroni la velocità iniziale u_0. L'energia necessaria per eccitare la prima cavità ed ottenere così la modulazione in velocità del fascio elettronico è piccola rispetto a quella che si può ottenere nella seconda cavità.

L'energia per la prima cavità può essere ricavata da una sorgente indipendente ed allora il tubo funziona in regime di amplificazione oppure può essere ricavata dalla seconda cavità e ricondotta nella prima attraverso un opportuno accoppiamento (fig. 1) ed allora il tubo funziona in regime di oscillazione.

Essendo necessario (qualora non si voglia impiegare il clistron come moltiplicatore di frequenza) utilizzare la componente di prima armonica, di pulsazione ω_0 risultante dallo sviluppo secondo la serie di Fourier della funzione I_x/I, converrà disporre, come s'è detto, le griglie della seconda cavità nei punti dell'asse x dove tale componente è massima. L'analisi mostra che, per una prefissata velocità iniziale u_0 degli elettroni, la componente di prima armonica è massima nei punti dell'asse posti dopo x_f; più precisamente nel caso di figura 3 ciò succede nel punto x_M.

La velocità u_0, e quindi la lunghezza d'onda degli addensamenti elettronici, viene regolata mediante il dispositivo ottico elettronico in modo che il tempo che gli elettroni impiegano per dislocarsi da un risuonatore all'altro sia tale da ottenere il migliore risultato. Nel caso del clistron oscillatore occorre che l'impulso arrivi sulla cavità ricettrice con fase tale da determinare attraverso la guida d'onda di accoppiamento, una reazione positiva nella cavità modulatrice, in modo da compensare la resistenza dissipativa e da poter mantenere il regime oscillatorio. In altre parole la ricerca delle migliori condizioni di funzionamento si effettua regolando le tensioni di alimentazione.

Considerando che l'eccitazione della cavità ricettrice ha luogo per effetto degli impulsi destati sulle griglie dai pacchetti elettronici che le attraversano al ritmo di uno per ogni periodo, risulta che il regime di funzionamento è analogo a quello di classe C di un triodo autoeccitato.

Indicando con: $\varphi_0 = \omega_0\, l/u_0$ l'angolo che rappresenta il ritardo di fase conseguente al tempo che i pacchetti elettronici impiegano per superare la lunghezza l del cilindro guida con la velocità u_0 e con φ_1 lo sfasamento in-

ELETTRONICA - Vol. II

INDICE PER AUTORI

N.B. I fascicoli incominciano rispettivamente con le seguenti pagine: **n. 1**, p. 1; **n. 2**, p. 41; **n. 3**, p. 81; **n. 4**, p. 121; **n. 5**, p. 165; **n. 6**, p. 205; **n. 7**, p. 245; **n. 8**, p. 285; **n. 9**, p. 325; **n. 10**, p. 365. **Le lettere fra parentesi accanto a ciascuna voce hanno il seguente significato:**

A = Articoli; *BF* = Bollettino Fivre; *CC* = Critiche e commenti; *LD* = Lettere alla Direzione; *NB* = Notizie brevi; *NC* = Notiziario commerciale; *NR* = Note di redazione; *RCP* = Radio Club Piemonte; *RD* = Rubrica del dilettante; *SE* = Rassegna della stampa radio-elettronica.

I COLLABORATORI DI "ELETTRONICA"

NB. *Non è stato possibile avere la fotografia e le notizie bibliografiche di tutti i Collaboratori di "Elettronica".*

Dott. Ing. ITALO BARDUCCI. - Nato a Roma nel 1917, si è laureato in ingegneria elettrotecnica nel 1941, presso la scuola di Ingegneria di Roma. Per un periodo di circa un anno ha svolto quindi attività prevalentemente tecnica nel laboratorio misure della Soc. Anon. F.A.T.M.E. di Roma. Dal 1943 è ricercatore presso l'Istituto Nazionale di Elettroacustica O.M. Corbino, dove si è dedicato a questioni relative ai sistemi acustici, ai trasduttori ed allo studio delle proprietà elastiche dei solidi con metodi elettroacustici.

Dott. ALFONSO BARONE. - Nato a Livorno nel 1912, ha conseguito la laurea in matematica e fisica a Roma nel 1936. Dal 1937 è ricercatore presso l'Istituto Nazionale di Elettroacustica, dove ha svolto intensa attività di ricerca dedicandosi a studi di acustica musicale e di radiotecnica, con particolare riferimento al progetto di apparecchiature per l'analisi armonica, per misure di frequenza, per la generazione degli ultrasuoni. Altri suoi lavori riguardano la propagazione degli ultrasuoni nei liquidi e la modulazione della luce.

Dott. PIERO BASSI. - Nato a Genova nel 1922, laureato in Fisica nell'Università di Padova nel 1944. Si è occupato prevalentemente di tecnica dell'alto vuoto e di raggi cosmici. Attualmente assistente nella stessa Università, presso l'Istituto di Fisica sperimentale.

Dott. Ing. PIERO GIORGIO BORDONI. - È nato a Roma nel 1915 ed ha conseguito la laurea in ingegneria elettrotecnica presso la Scuola di ingegneria di Roma nel 1937. Durante il servizio militare, dal 1938 al 1940, si è occupato, presso la Direzione Superiore Studi ed Esperienze di Guidonia, di ricerche elettroacustiche interessanti l'aviazione. Richiamato alle armi all'inizio della guerra, ha avuto l'incarico dalla Marina di studiare le torpedini acustiche, delle quali ha poi curato la costruzione e la messa in opera. Dal 1942 svolge la sua attività di ricercatore presso l'Istituto Nazionale di Elettroacustica, dove si è occupato di questioni relative ai trasduttori, alla radiazione sonora ed allo studio, con mezzi elettroacustici, delle proprietà elastiche dei solidi.

Per. Ind. Antonio Brunoro. - Nato a Padova nel 1924, si è diplomato in elettrotecnica presso l'Istituto tecnico industriale di Belluno nel 1944. Dal giugno 1944 all'ottobre 1946 ha lavorato presso il laboratorio esperienze della «Elettrocostruzioni Chinaglia» a Belluno. Quindi è andato come assistente di elettrotecnica e misure elettriche presso l'Istituto tecnico industriale di Belluno; nei corsi serali è stato insegnante per la specializzazione radiotecnici negli anni 1945-46 e 1946-47.

Dott. Ing. Franco Burlando. - Nato ad Asti nel 1922, si è laureato in ingegneria elettrotecnica al Politecnico di Torino. Ha svolto attività tecnica all'estero: consulente di industrie elettrotecniche spagnole, insegnante alla Scuola industriale di elettrotecnica di Port-Mahòn (isole Baleari) dal 1-1-1944 al 15-1-1945. Successivamente direttore tecnico della Società Edile S.E.P.R.E.I.; attualmente addetto all'Ufficio Studi ed Esperienze delle «Officine di Savigliano» in Torino.

Dott. Ing. Prof. Giuseppe Dilda. - Nato a Udine nel 1908, si laureò a Padova nel 1930 in ingegneria elettrotecnica. Entrò subito nell'insegnamento presso l'Istituto industriale di Fermo, istituendosi allora la sezione radiotecnica. Titolare della cattedra nel 1933, passò a Torino nel 1935. Dal 1939 tiene l'insegnamento di radioricevitori per il corso di perfezionamento in elettrotecnica del Politecnico di Torino. E' autore di alcuni volumi e di pubblicazioni nel campo della radiotecnica. È stato ed è tuttora consulente tecnico di alcune Ditte. È il direttore tecnico di «Elettronica».

Dott. Ing. Marcello Fabio Francardi. - Nato a Siena nel 1921, si è laureato in ingegneria elettrotecnica a Bologna nel 1945, sostenendo la tesi su un argomento di ottica elettronica. E' attualmente allievo del corso di specializzazione in Radiocomunicazioni presso l'Università di Bologna; si sta occupando della tecnica delle onde ultracorte.

Elio Friggi. - Nato a Milano nel 1912. Tecnico specialista di alte frequenze, lavorò nei laboratori della SAFAR, occupandosi prevalentemente di radioricevitori e di circuiti ad onde ultracorte per radiotelemetria e ponti radio. Attualmente è addetto ai servizi ad alta frequenza presso la società TIMO.

Dott. Giulio Gregoretti. - Nato a Trieste nel 1915. Allievo della Scuola Normale Superiore di Pisa, conseguì nel 1937 la laurea in fisica. Nel 1938 seguì il corso di perfezionamento in elettrotecnica presso il Politecnico di Torino. Dal 1939, eccetto due anni di richiamo alle armi, è ricercatore presso l'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris. Si è occupato di misure a radiofrequenza su elementi di circuiti e su dielettrici, di misure su tubi trasmittenti e di riscaldamento a radiofrequenza per perdite dielettriche.

Enrico Lercari. - Nato a Genova nel 1903. Appassionato di radiotecnica, ha cominciato a lavorare in quel campo nel 1924, dapprima come dilettante, quindi come radioriparatore. Dal 1929 al 1934 presso lo stabilimento di radiocostruzioni Sliar di Genova, dapprima come aiuto e assistente dell'ing. Hartmann B. Canon di Chicago, quindi come direttore tecnico e progettista. Poi dal 1934 al 1937 capo del laboratorio della Società Genovese Radio Ricerche e Riparazioni; e infine al laboratorio esperienze della R.A.I., a Roma.

Dott. Arturo Loria. - Nato a Padova nel 1914, laureato in fisica nell'Università di Padova nel 1935. Si è occupato prevalentemente di tecnica dell'alto vuoto, delle alte tensioni e di raggi cosmici. Attualmente assistente nella stessa Università, presso l'Istituto di fisica sperimentale.

Dott. Ing. Giovanni Battista Madella. - Nato a Pisa nel 1912, ha effettuato gli studi in parte in quella città e poi al Politecnico di Torino, ove nel 1938 ha conseguito la laurea in ingegneria elettrotecnica. Entrato nell'Istituto Elettrotecnico Galileo Ferraris come ricercatore addetto alla sezione elettroacustica, è stato inviato in Germania per studi di perfezionamento che ha eseguito al politecnico di Berlino Charlottenburg e a quello di Braunschweig, complessivamente per la durata di un anno. Si è occupato essenzialmente di misure elettroacustiche, in particolare di problemi riguardanti l'analisi armonica e la conversione di frequenza. L'ing. Madella svolge anche da alcuni anni corsi di elettroacustica e di materie affini per il corso di perfezionamento in elettrotecnica del Politecnico; è autore di numerose pubblicazioni.

Don Enzo Manfredi. - Nato nel 1916 a S. Vittoria di Gualtieri in provincia di Reggio Emilia, ha compiuto gli studi presso la Pia Società San Paolo di Alba. Ora si trova a Roma, studente di filosofia della Pontificia Università Gregoriana. Dal 1935 si è occupato di trasmissioni multiple con modulazione ad impulsi ottenendo due brevetti.

Dott. Ing. Renato Manfrino. - Nato ad Agrigento nel 1916, ha compiuto gli studi a Palermo e a Torino, conseguendo nella prima città la laurea in fisica nel 1938 e quella in ingegneria nel 1946, e nella seconda città compiendo nel 1939 il corso di perfezionamento in elettrotecnica presso il Politecnico di Torino. Dal 1940 al 1944 fu ricercatore presso l'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris, nella sezione telefonia. Si occupò di ricerche nel campo dei raddrizzatori a secco, delle trasmissioni telefoniche con correnti vettrici, dei quadripoli e di alcuni nuovi tipi di strumenti di misura.

Per. Ind. Pier Giuseppe Portino. - Nato a Pinerolo nel 1906, diplomato perito industriale nell'Istituto di Biella nel 1923. Ha esercito in proprio nel campo della radiotecnica. E' uno dei fondatori del Radio Club Piemonte. Ha promosso la pubblicazione di «Elettronica» di cui è il direttore responsabile.

Dott. Ing. Daniele Sette. - Nato a Bari nel 1918, frequentata la Scuola di ingegneria di Roma vi ha conseguita la laurea in ingegneria elettrotecnica nel 1941. Vincitore di un concorso per il genio aeronautico, ha svolto attività tecnico-scientifica nel laboratorio radio di Guidonia (Direzione Superiore Studi ed Esperienze). Attualmente è ricercatore presso l'Istituto Nazionale di Elettroacustica O.M. Corbino; gli argomenti di carattere scientifico cui si è dedicato riguardano la modulazione della luce con ultrasuoni e l'assorbimento degli ultrasuoni nei liquidi.

Dott. Guido Silva. - Nato a Bergamo nel 1914, laureato in giurisprudenza, iscritto al Politecnico di Milano. Appassionato di radiotecnica, radiodilettante (i 1 EO), autore di vari articoli sull'Antenna. Nel 1940 ha consegnato al Ministero della Guerra due stazioni radiotrasmittenti di suo brevetto. Ha prestato servizio militare come ufficiale tecnico addetto al centro collegamenti della divisione Firenze in Albania e al 15° Corpo d'Armata. Poi istruttore di radiotecnica e radiotelegrafia al battaglione collegamenti dello Stato Maggiore dell'Esercito. Ha attuato interessanti apparecchiature radio. Particolarmente appassionato di ricerca sperimentale, attualmente studia un nuovo fenomeno fisico riguardante i quarzi.

Dott. Ing. Giancarlo Tattara. - Nato a Padova nel 1921, ha compiuto gli studi universitari in parte in quella città e quindi al politecnico di Torino, conseguendovi nel 1946 la laurea in ingegneria elettrotecnica, con una tesi sugli stabilizzatori statici di tensione e di corrente. Attualmente presta la sua attività nel Laboratorio misure e ricerche della S.T.E.T.

Dott. Ing. Vercellini Giulio. - Nato a Strambino (Torino) nel 1906, laureatosi in ingegneria elettrotecnica al Politecnico di Torino, vi rimase due anni quale assistente al laboratorio di chimica-fisica indi passò ad industrie costruttrici di radioricevitori, scandagli ultrasonori e raddrizzatori. Fu alle dipendenze della Direzione Tecnica dell'E. I. A. R. indi alla «Face» di Milano dove si occupò particolarmente di radiotrasmettitori, progettò e diresse l'impianto del ponte radio a microonde con 4 canali telefonici attraverso lo stretto di Messina (1940). Attualmente capo dell'ufficio studi ed esperienze ad alta frequenza delle Officine di Savigliano.

Dott. Ing. EZIO VOLTA. - Nato a Torino nel 1924, si è laureato in ingegneria elettrotecnica al l'Università di Genova nel 1946. Attualmente è occupato presso lo Stabilimento Ansaldo nell'Ufficio Studi Apparecchiature per trazione elettrica. È assistente alla cattedra di impianti elettrici dell'Università di Genova.

Per. Ind. RAOUL ZAMBRANO. - Nato a Torino nel 1922, si è diplomato in radiotecnica presso l'Istituto Tecnico Industriale di Torino nel 1941. Sottotenente del Genio Aeronautico, dal 1942 al 1943 fu addetto alla squadra aerea per la sorveglianza tecnica degli impianti R.T. Dal 1943 è impiegato presso la Sezione Studi della Microtecnica di Torino; si è occupato in prevalenza di strumenti di misura e di impianti elettroacustici.

Dott. Ing. GIUSEPPE ZANARINI. - Nato a Bologna nel 1912, conseguita la laurea in ingegneria meccanica industriale presso il Politecnico di Milano nel 1936, fu assunto dalla SAFAR ove fu a capo della Sezione Ricevitori Professionali. Nel 1939 passò alla Magnadyne Radio di Torino, ove si dedicò a lavori di ricerca e di progetto nel campo della televisione, delle radiocomunicazioni e dell'elettroacustica. Attualmente ne è il direttore tecnico.

Dott. Ing. VALENTINO ZERBINI. - Nato a Galliera (Bologna) nel 1913, ha conseguito nel 1935 la laurea in ingegneria elettrotecnica al Politecnico di Torino. E' quindi entrato a far parte dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris dove è capo della sezione materiali magnetici. Della sua produzione scientifica fa parte, tra l'altro, un dispositivo originale per il rilievo di curve di magnetizzazione; attualmente si sta occupando del progetto e della costruzione di un betatrone. L'ing. Zerbini è autore di varie pubblicazioni; è docente del corso di perfezionamento in elettrotecnica del Politecnico di Torino.

INDICE PER MATERIE

TABELLE DEL MANUALE ELETTRONICO PUBBLICATE NEL 1947

ELENCO DEGLI INSERZIONISTI

trodotto dal tempo che l'oscillazione elettromagnetica impiega a percorrere la guida d'onda di accoppiamento si avrà il regime oscillatorio se l'energia che rifluisce nella cavità modulatrice attraverso la guida d'onda è sfasata di multipli di 2π rispetto alla oscillazione che si svolge in questa cavità. Ciò impone per u_0, come è stato accennato precedentemente, la condizione di determinare particolari valori di φ_0 una volta stabilita la lunghezza l e le caratteristiche della guida d'onda di accoppiamento e cioè il valore di φ_1.

Appare quindi anche dalle semplici considerazioni svolte che il funzionamento del clistron quale oscillatore richiede una accurata messa a punto delle tensioni acceleratrici degli elettroni e come non sia facile variare la frequenza di lavoro entro larghi limiti, dovendosi provvedere a munire le cavità risonanti di pareti mobili o deformabili.

Specialmente quest'ultima esigenza ha consigliato per le applicazioni pratiche di questo tubo la eliminazione di una delle due cavità, ottenendo l'effetto reattivo con l'inversione del moto dei pacchetti elettronici mediante un elettrodo riflettore (clistron reflex).

BIBLIOGRAFIA

1. - P. L. Bargellini: *Risonatori a cavità in generatori a triodo per onde decimetriche.* « Alta Frequenza », XII, 1943, p. 138.
2. - F. E. Terman: « *Radio Engineers' Handbook* ». McGraw-Hill Book Co., New York, Ed. 1943, p. 251 ed Ed. 1945, p. 516 (Traduzione in « *Microonde* », V suppl. spec. al Boll. Ingegneria - Ist. Bibl. It. Roma).
3. - W. W. Donald e D. G. Fink: « Electronics », XVIII, nov. 1945.
4. - U. Tiberio: *Introduzione alla radiotelemetria* (*Radar*). Ed. Rivista Marittima - Roma, 1946.
6. - C. G. A. von Lindern e G. de Vries: *Cavités plates, utilisées comme résonateurs électriques.* « Revue Techn. Philips », VIII, 1946, p. 149.
7. - F. M. Penning: *Tubes à modulation de vitesse.* « Revue Techn. Philips », VIII, 1946, p. 218.

DUALIZZAZIONE DI TEOREMI SUI CIRCUITI ELETTRICI (*)

dott. ing. EZIO VOLTA
Ufficio Studi Ansaldo Elettrot. - GENOVA

SOMMARIO. Si espongono alcune applicazioni del principio di dualità ad alcuni teoremi per la risoluzione di circuiti elettrici complessi, sviluppando infine alcuni esempi.

Il principio di dualità valido per i circuiti elettrici può essere applicato ad alcuni teoremi e procedimenti di risoluzione comunemente usati in date forme; ne derivano teoremi e procedimenti in forma duale, che hanno qualche interesse applicativo.

Vengono qui esposti vari enunciati di metodi « dualizzati »; segue qualche esempio.

a) Principi di Kirchhoff.

Si scrivono ripetutamente l'equazione $\Sigma \boldsymbol{I} = 0$ per ogni nodo (1° principio), e l'equazione $\Sigma \boldsymbol{V} = 0$ per ogni maglia (2° principio) (1).

Fatta l'ordinaria convenzione per i segni (segni arbitrari nei vari lati, ecc.), i due principi possono essere applicati in due modi differenti:

Metodo ordinario. — Si scrivono i due gruppi di equazioni in funzione delle correnti I nei vari lati, cioè:

$$\Sigma \boldsymbol{I} = 0 \qquad (1° \text{ principio})$$
$$\Sigma \boldsymbol{ZI} = 0 \qquad (2° \text{ principio})$$

e si ottiene un sistema di equazioni lineari in tante incognite quante sono le equazioni, che risolto dà le correnti $\boldsymbol{I}$ nei lati.

Metodo duale. — Si scrivono i due gruppi di equazioni in funzione delle tensioni V ai capi dei lati, cioè:

$$\Sigma \boldsymbol{V} / \boldsymbol{Z} = 0 \qquad (1° \text{ principio})$$
$$\Sigma \boldsymbol{V} = 0 \qquad (2° \text{ principio})$$

e il sistema di equazioni che si ottiene dà le $\boldsymbol{V}$ nei vari lati.

b) Correnti di maglia.

Metodo ordinario. — Si stabilisce una corrente circolatoria fittizia per ogni maglia. Si scrive poi per ogni maglia l'equazione:

$$\Sigma \boldsymbol{V} = 0$$

esprimendo queste tensioni $\boldsymbol{V}$ nei lati in funzione delle impedenze dei lati e delle correnti di maglia. Si ottiene un sistema di tante equazioni quante sono le maglie, ossia le correnti di maglia, che si possono quindi ricavare. Le correnti nei lati si deducono come somma o differenza delle correnti delle maglie comprendenti quei lati.

Metodo duale. — Si stabilisce un potenziale per ogni nodo, con riferimento a un potenziale arbitrario assunto come zero. Si scrive per ogni nodo l'equazione:

$$\Sigma \boldsymbol{I} = 0$$

esprimendo le correnti I nei lati in funzione delle impedenze dei lati e dei potenziali di nodo. Si ottiene un sistema di tante equazioni quanti sono i nodi, ossia i potenziali di nodo, che si possono quindi ricavare. Le tensioni nei lati si deducono come somma o differenza dei potenziali dei nodi estremi.

c) Teorema di reciprocita'.

Enunciato ordinario. — La corrente che una f. e. m. agente in un lato a produce in un lato b, è uguale alla corrente che la stessa f. e. m. agente nel lato b produrrebbe nel lato a.

Enunciato duale. — La tensione che una corrente in un lato a produce nel lato (impedenza) b, è uguale alla tensione che la stessa corrente nel lato b produrrebbe nel lato (impedenza) a.

d) Teorema di sovrapposizione.

Enunciato ordinario. — La corrente in un lato (impedenza) qualunque di un circuito alimentato da più forze elettromotrici è uguale alla somma delle correnti dovute alle singole f. e. m.

Enunciato duale. — La tensione in un lato (impedenza) qualunque di un circuito « alimentato da più correnti esterne » è uguale alla somma delle tensioni dovute alle singole correnti.

e) Alcuni esempi.

Gli esempi che seguono si riferiscono a casi in cui l'applicazione dei metodi duali sopra esposti presenta qualche vantaggio di rapidità nei calcoli.

Esempio I. — Calcolo della tensione di squilibrio ai capi della diagonale (lato 5) del ponte di figura 1.

Applicazione dei principi di Kirchhoff.

Metodo ordinario:

$$\begin{cases} \boldsymbol{Z}_1\boldsymbol{I}_1 + \boldsymbol{Z}_2\boldsymbol{I}_2 = \boldsymbol{V} \\ \boldsymbol{Z}_4\boldsymbol{I}_4 + \boldsymbol{Z}_3\boldsymbol{I}_3 = \boldsymbol{V} \\ \boldsymbol{Z}_1\boldsymbol{I}_1 - \boldsymbol{Z}_5\boldsymbol{I}_5 - \boldsymbol{Z}_4\boldsymbol{I}_4 = 0 \\ \boldsymbol{I}_1 + \boldsymbol{I}_4 - \boldsymbol{I} = 0 \\ \boldsymbol{I}_1 + \boldsymbol{I}_5 - \boldsymbol{I}_2 = 0 \\ \boldsymbol{I}_4 - \boldsymbol{I}_3 - \boldsymbol{I}_5 = 0 \end{cases}$$

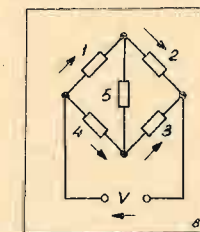



Fig. 1.

da cui si ottiene $\boldsymbol{I}_5$, risolvendo un sistema di sei equazioni. Si ha poi $\boldsymbol{V}_5 = \boldsymbol{Z}_5\boldsymbol{I}_5$.

Metodo duale:

$$\begin{cases} \boldsymbol{V}_1 - \boldsymbol{V}_4 - \boldsymbol{V}_5 = 0 \\ \boldsymbol{V}_1 / \boldsymbol{Z}_1 - (\boldsymbol{V} - \boldsymbol{V}_1) / \boldsymbol{Z}_2 + \boldsymbol{V}_5 / \boldsymbol{Z}_5 = 0 \\ \boldsymbol{V}_4 / \boldsymbol{Z}_4 - (\boldsymbol{V} - \boldsymbol{V}_4) / \boldsymbol{Z}_3 - \boldsymbol{V}_5 / \boldsymbol{Z}_5 = 0 \end{cases}$$

da cui si ha direttamente $\boldsymbol{V}_5$, risolvendo un sistema di tre sole equazioni.

(*) Pervenuto alla redazione il 2-VII-1947.

(1) Si sono usate le lettere in neretto per ricordare che si tratta di grandezze vettoriali.

ESEMPIO II. — Calcolo delle tensioni V_1, V_2, V_u e della corrente I_u in funzione di V_e nel circuito di figura 2.

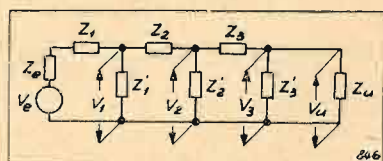



FIG. 2.

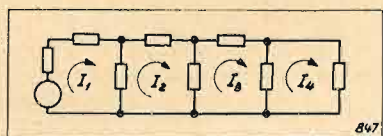



FIG. 3.

Metodo ordinario (*correnti di maglia*, figura 3):

Calcolo di I_1, I_2, I_3, I_u:

$$\begin{cases} (Z_e + Z_1) I_1 + Z_1'(I_1 - I_2) = V_e \\ Z_1'(I_2 - I_1) + Z_2 I_2 + Z_2'(I_2 - I_3) = 0 \\ Z_2'(I_3 - I_2) + Z_3 I_3 + Z_3'(I_3 - I_u) = 0 \\ Z_3'(I_u - I_3) + Z_u I_u = 0 \end{cases}$$

sistema di quattro equazioni, che permette di ricavare I_1, I_2, I_3, I_u. Si ha poi $V_u = Z_u I_u$; $V_1 = Z_1'(I_1 - I_2)$; $V_2 = Z_2'(I_2 - I_3)$.

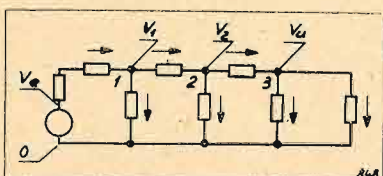



FIG. 4.

Metodo duale (*potenziali di nodo*, figura 4):

$$\begin{cases} \dfrac{V_e - V_1}{Z_e + Z_1} - \dfrac{V_1}{Z_1'} - \dfrac{V_1 - V_2}{Z_2} = 0 \\ \dfrac{V_1 - V_2}{Z_2} - \dfrac{V_2}{Z_2'} - \dfrac{V_2 - V_u}{Z_3} = 0 \\ \dfrac{V_2 - V_u}{Z_3} - \dfrac{V_u}{Z_3'} - \dfrac{V_u}{Z_u} = 0 \end{cases}$$

sistema di tre equazioni, che permette di ricavare direttamente V_1, V_2, V_u; I_u risulta immediatamente: $I_u = V_u / Z_u$.

OSSERVAZIONI. — *a*) La semplificazione che si ottiene applicando il metodo duale è dovuta sia al fatto che il sistema di equazioni risultante è di grado inferiore, sia al fatto che risolvendo il sistema si ottengono direttamente le tensioni cercate, senza gli ulteriori calcoli necessari nel primo caso (le I_1, I_2, I_3 hanno espressioni complicate in funzione delle varie impedenze). *b*) È possibile avere anche nel 1° caso un sistema di 3 sole equazioni, considerando le impedenze Z_3' e Z_u in parallelo, ed evitando di introdurre la corrente di maglia I_u; però questo porta a ulteriori complicazioni successive, in quanto si deve proprio calcolare I_u, mentre il sistema di equazioni dà solo la corrente totale nel parallelo $Z_3' Z_u$. *c*) L'applicazione dei principi di Kirchhoff secondo il metodo ordinario porterebbe a un sistema di sette equazioni (perchè 7 sono i lati cioè le correnti) o al minimo, considerando le 2 impedenze Z_3', Z_u in parallelo, a un sistema di sei equazioni.

ESEMPIO III. — Calcolo delle tensioni V_1, V_2, data V, nel partitore di tensione di figura 5 ([2]).

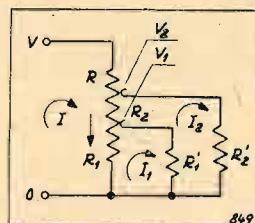



FIG. 5.

Metodo ordinario (*correnti di maglia*):

Calcolo di I, I_1, I_2.

$$\begin{cases} R I + R_2 (I - I_2) + R_1 (I - I_1) = V \\ R_2 (I_2 - I) + R_2' I_2 + R_1' (I_2 - I_1) = 0 \\ R_1 (I_1 - I) + R_1' (I_1 - I_2) = 0 \end{cases}$$

sistema di tre equazioni, che permette di ricavare I, I_1, I_2. Si ha poi $V_1 = R_1' I_1$; $V_2 = R_2' I_2$.

Metodo duale (*potenziali di nodo*):

si hanno le due equazioni:

$$\begin{cases} V_1 / R_1 + V_1 / R_1' - (V_2 - V_1) / R_2 = 0 \\ (V - V_2) / R - V_2 / R_2' - (V_2 - V_1) / R_2 = 0 \end{cases}$$

che dànno direttamente V_1 e V_2.

([2]) Poichè il circuito comprende solo resistenze le grandezze in gioco si possono considerare scalari.

COMUNICATI DELLA DIREZIONE

PRENOTAZIONE DI ELETTRONICA

Coloro che desiderano ricevere la Rivista franco di porto possono prenotarla, inviando vaglia di

L. **125** (centoventicinque)

per ogni copia all'Amministrazione: Corso Matteotti 46, Torino

CORRISPONDENZA

Avvertiamo che, dato il considerevole numero di lettere che ci pervengono, siamo costretti a non rispondere a coloro i quali non allegano L. 10 in francobolli per la risposta.

CAMBIO INDIRIZZO

Per i cambi di indirizzo unitamente al nuovo indirizzo scritto in forma precisa e chiara (possibilmente a macchina) restituire la fascetta con il vecchio indirizzo allegando L. 50 in francobolli.

LETTERE ALLA DIREZIONE

CALCOLO DI ATTENUATORI

FIG. 1. - Condizione di adattamento del carico corrispondente al massimo trasferimento utile di potenza.

a) caso di un generatore la cui caratteristica $V_i = f(I_i)$ si avvicina a quella di un generatore a tensione costante. In tal caso il valore ohmico minimo del carico ammissibile, pari a tang α, è *maggiore* della resistenza interna differenziale del generatore (pari a tang β).

b) caso di un generatore che si avvicini al tipo a corrente costante. In condizioni di non saturazione la corrente erogata dal generatore non deve scendere al disotto del valore $I_{i\,min}$. Nel caso rappresentato il valore ohmico del carico corrispondente al massimo trasferimento di potenza utile è *minore* della resistenza interna differenziale del generatore.

Signor Direttore,

nell'articolo «Calcolo di attenuatori» comparso nel N. 8, II° di «Elettronica», l'Autore pone a base della trattazione la condizione di adattamento tra il generatore e il carico esterno applicato ai morsetti del medesimo. Ora nell'interpretazione del concetto di *resistenza interna* e e di *adattamento* occorre fare le seguenti osservazioni.

1. - Relativamente alla resistenza interna R_i si legge nella nota ([2]) p. 307: «$V_i = R_i I_i$» in cui, come appare dallo schema di figura 1, con V_i viene denominata la tensione ai morsetti di uscita del generatore e con I_i la corrente da esso erogata, fluente cioè nel carico esterno. Secondo tale relazione risulterebbe $R_i = V_i / I_i$ mentre evidentemente il rapporto V_i / I_i identifica il valore non della resistenza interna R_i del generatore, bensì del carico esterno collegato ai suoi morsetti di uscita. Per definire la V_i è necessario introdurre la tensione a vuoto del generatore, che denomino V_0. Si ottiene allora: $V_i = V_0 - R_i I_i$ da cui $R_i = (V_0 - V_i) / I_i$.

2. - A p. 307, 2ª colonna, si legge che l'adattamento tra il generatore e l'attenuatuore «si concreta nel fatto che l'attenuatore deve presentare una resistenza d'ingresso eguale a quella del generatore, pari cioè a R_i...» e più sotto, in nota ([1]): «Tali condizioni corrispondono, com'è noto, al massimo trasferimento di potenza tra generatore e attenuatore (che in questo caso costituisce il carico)...». Il concetto di adattamento, così com'è specificato, è valido soltanto in casi particolari, quando cioè la resistenza interna $R_i = (V_0 - V_i) / I_i$ del generatore è ohmica: ciò si verifica quando, per qualsiasi valore di V_i, risulta $\dfrac{dV_i}{dI_i} =$ costante. Questo caso è lungi dall'essere il più frequente. La resistenza interna di quasi tutti i generatori elettronici, per esempio, non può considerarsi ohmica ed è generalmente funzione sia di V_0, sia di I_i. In generale si ha a che fare con generatori la cui tensione di uscita a vuoto V_0 è variabile: in tale caso se la R_i varia con V_0, il concetto di adattamento perde ogni significato.

Più frequentemente in pratica la R_i può considerarsi costante per valori di V_i e di I_i compresi in limiti ben definiti e varia rapidamente al di fuori di essi. Non è difficile dimostrare che in questi casi la condizione di massimo trasferimento *utile* della potenza si verifica per valori del carico esterno *generalmente diversi da* R_i. Si esamini infatti una generica caratteristica $I_i = f(V_i)$ di questo tipo rappresentata in figura 1 (il cui andamento si incontra spesso negli amplificatori elettronici). Il tratto rettilineo in linea piena rappresenta la porzione utilizzabile della caratteristica; il tratto punteggiato si riferisce invece al funzionamento in *saturazione* caratterizzato da una rilevante distorsione di non linearità. L'ordinata del punto A, comune ai due tratti, misura perciò la massima corrente utile di erogazione. La retta di carico relativa a tale condizione forma con l'asse delle ordinate l'angolo α generalmente diverso dall'angolo β relativo al tratto rettilineo della caratteristica del generatore. Nel caso rappresentato è $\alpha > \beta$; ciò significa che il minimo valore ohmico ammissibile per il carico esterno è superiore a quello della resistenza interna del generatore; la condizione di eguaglianza dei valori suddetti non è perciò raggiungibile in regime non saturato ed il massimo trasferimento di potenza dal generatore al carico si ottiene per valori di quest'ultimo superiori a R_i.

Nel caso considerato la caratteristica $I_i = f(V_i)$ si avvicina, nel tratto utile, a quella dei generatori a tensione costante.

Con generatori che possano considerarsi del tipo a corrente costante si verifica l'opposto, ossia il massimo trasferimento di potenza in regime non saturato si ottiene con valori del carico minori di R_i. Ciò appare chiaramente in figura 1 *b* in cui, come si vede, $\alpha < \beta$.

In base alle precedenti considerazioni la trattazione in discussione potrebbe ritenersi valida qualora con R_i si indicasse non la resistenza interna del generatore, ma il carico esterno prescritto per il medesimo. Parimenti la definizione della condizione di adattamento dovrebbe venire così modificata: «*l'attenuatore deve presentare una resistenza d'ingresso pari al carico esterno ottimo prescritto per il generatore*».

GIUSEPPE ZANARINI - *Torino* 3/11/47.

NOTIZIE DALL'ARGENTINA

Buenos Ajres 18 nov. 1947.

Egregio Direttore,

Le espongo sotto forma di chiacchierata senza pretese, quanto ho notato in Buenos Ajres e che può interessare

tutti coloro i quali in Italia per un motivo o per l'altro si occupano di Radio.

Per incominciare Le dirò che i ricevitori sono quasi tutti di produzione locale; vengono importati solamente gli apparecchi speciali ad alta sensibilità, del tipo semiprofessionale destinati ai dilettanti che si occupano di DX, i ricevitori portatili e tascabili, quelli le cui forme esteriori hanno maggior potere di « presa » commerciale e carattere di novità. Pure generalmente importati gli strumenti di misura e le apparecchiature elettroniche più complesse. Le importazioni avvengono mediante uffici commerciali situati nel paese, filiazioni delle stesse case costruttrici nord-americane, svedesi, inglesi. Ci sono case che si occupano, in proprio, di importazioni; ma anche queste rivolgono la loro attenzione alla produzione nord americana. La nostra attività radioelettrica è quasi totalmente, ed a torto, sconosciuta.

Il ricevitore tipico di maggiore diffusione è il midget con altoparlante elettrodinamico il cui cono non eccede il diametro di 16 centimetri. Il circuito elettrico è sempre basato sull'impiego di 5 tubi i cui filamenti sono accesi in serie, dato che il territorio nazionale e la stessa capitale sono alimentati con reti a 200 V parte a corrente alternata e parte a corrente continua. Discretamente diffusi all'interno i ricevitori con alimentazione a batterie di pile.

I ricevitori — tutti supereterodina — hanno generalmente uno stadio amplificatore a R.F. che precede l'oscillatore miscelatore onde conferire ad essi maggior selettività, per permettere quindi il buon ascolto delle 18 stazioni locali che eserciscono in Buenos Ajres. Per il resto, non differiscono dal nostro « 5 valvole » normale. Le gamme d'onda, sono generalmente due sole, per le onde medie e per le onde corte. Si nota l'assenza della scala parlante e dell'occhio magico. I tubi sono quasi tutti quelli delle varie serie americane e vengono generalmente importati dagli Stati Uniti.

I mobiletti di legno o di materie plastiche sono di gusto nettamente nord-americano e non hanno successo quelli improntati a linee troppo moderne od aerodinamiche.

I prezzi al pubblico oscillano, secondo le marche dai 280 ai 350 pesos argentini (1000 lire equivalgono a 6 pesos) ed è diffusissima la vendita rateale a lungo respiro.

Le vendite sono assai scarse, ed ho l'impressione vi sia eccesso di produzione.

I radiofonografi sono rari e tutti di importazione.

Il servizio della radiodiffusione è affidato ad imprese private che eserciscono catene di stazioni facenti capo a diffusori potenti. I principali della capitale sono: Radio Belgrano, Radio Splendid, Radio Portena. I loro proventi derivano in massima parte dalla pubblicità che infittisce i programmi e rende noioso l'ascolto. Forse questo il motivo del disinteresse da parte del pubblico alle radioaudizioni. In compenso non vi è tassa radiofonica di abbonamento.

I programmi sono quasi esclusivamente di musica leggera, molti i tango, i ballabili nord-americani. Incontrano il favore del pubblico le commedie i racconti dialogati a puntate. Ogni giorno sono dedicate alcune ore alle canzoni italiane vecchie e nuove, incise su dischi.

Le maggiori ditte industriali nord-americane possiedono stabilimenti in Argentina. Tra queste la General Electric, la Philco, la Standard Electric, la R.C.A. Victor, ed altre. Pure la Philips possiede un grande stabilimento nel quale fabbrica apparecchi e valvole. Le ditte argentine sono poche e si dedicano alla costruzione di parti staccate e di ricevitori in piccole serie. Essi occupano pochi specialisti e pochi operai in officine di attrezzatura modesta.

L'attività dilettantistica di trasmissione è molto sviluppata e le parti necessarie alla costruzione dei trasmettitori come i trasmettitori completi di piccola potenza sono di importazione. Sui tetti degli imponenti stabili del centro cittadino, sono comuni le installazioni di torri metalliche sormontate da sistemi irradianti per O.U.C. C'è una casa costruttrice che si dedica esclusivamente alle costruzioni per dilettanti.

Il Governo attuale cerca d'incoraggiare l'istruzione professionale tecnica radio e le attività industriali del nostro campo specifico onde raggiungere condizioni di autonomia per quanto concerne la fabbricazione delle apparecchiature radioelettriche che interessano le forze armate.

Laboratori specializzati per la progettazione di apparecchiature interessanti le varie branche della tecnica elettronica stanno costituendosi a cura dello Stato ed importanti gruppi finanziano industrie per la costruzione di complessi radio militari.

I nostri tecnici che desiderano trasferirsi in Argentina, troveranno tra poco, adeguato collocamento in questi organismi nei quali già operano ingegneri italiani di chiara fama. A questi amici — futuri emigranti — mi permetto di rivolgere, a mezzo Suo, qualche raccomandazione nel loro interesse e nell'interesse del buon nome italiano. Molti di questi, credono di eludere la sorveglianza esplicata delle Autorità argentine ed italiane al solo scopo di ottenere che i nuovi arrivati sappiano subito trarre partito dalla loro capacità professionale, procurandosi, con l'aiuto compiacente di parenti e conoscenti, fittizi contratti di lavoro. Qui giunti però non trovano collocamento adeguato alle loro affettive doti professionali, perchè le industrie locali sono già oberate da richieste di impiego e funzionano a quadri completi.

Agli illusi malcapitati si prospetta, dopo aver sterilmente bussato alla porta dei vari stabilimenti, l'amara delusione di doversi arrangiare, ponendosi nella dolorosa alternativa di cambiar mestiere o di farsi rimpatriare. Testimonianza di ciò può fornire la nostra Autorità Consolare in Buenos Ajres che molte volte s'è dovuta occupare di casi pietosi e poco edificanti per il nostro prestigio nazionale.

Con questo non è detto che in Argentina i nostri tecnici, in generale molto stimati, non possano trovare conveniente sistemazione. Quanto detto deve solo servire di monito a coloro che, troppo ottimisti, vedono nell'Argentina l'Eldorado dai facili guadagni.

Per concludere, la raccomandazione cordiale di sincerarsi prima di muoversi, della effettiva, documentata, reale consistenza del posto offerto loro o da loro stessi sollecitato.

Tra breve, per un giro di affari in Italia, sarò a Sua disposizione per dare, tramite l'appoggio di « Elettronica », tutte le informazioni che gli interessati crederanno di rivolgermi in proposito.

Egregio Direttore, voglia scusare la prolissità di questa mia e gradisca i miei più cordiali saluti.

Ing. CARLO CAVEGLIA.

VARIETÀ TECNICHE

IMPIANTO DI AMPLIFICAZIONE SONORA E SERVIZIO RADIO COMUNICAZIONI al 2° Circuito Automobilistico di Torino

La bella manifestazione motoristica del Valentino, pur non godendo la benevolenza di Giove Pluvio durante le giornate di prova, non ha mancato di richiamare un folto pubblico di appassionati, nella giornata decisiva. L'organizzazione veramente impeccabile ha riscosso il plauso unanime degli sportivi e dei partecipanti.

Vale la pena qui di far cenno dei due servizi di particolare interesse per noi: l'impianto di diffusione sonora ed il servizio di radio comunicazioni. Affidati entrambi alla ben nota esperienza dei tecnici della Fabbrica Italiana Magneti Marelli, sono stati in ogni momento della gara all'altezza della situazione ed hanno permesso al Direttore di Corsa di far seguire al pubblico in ogni particolare la bella competizione.

IMPIANTO DI DIFFUSIONE SONORA.

L'impianto di diffusione sonora completamente centralizzato utilizzava:

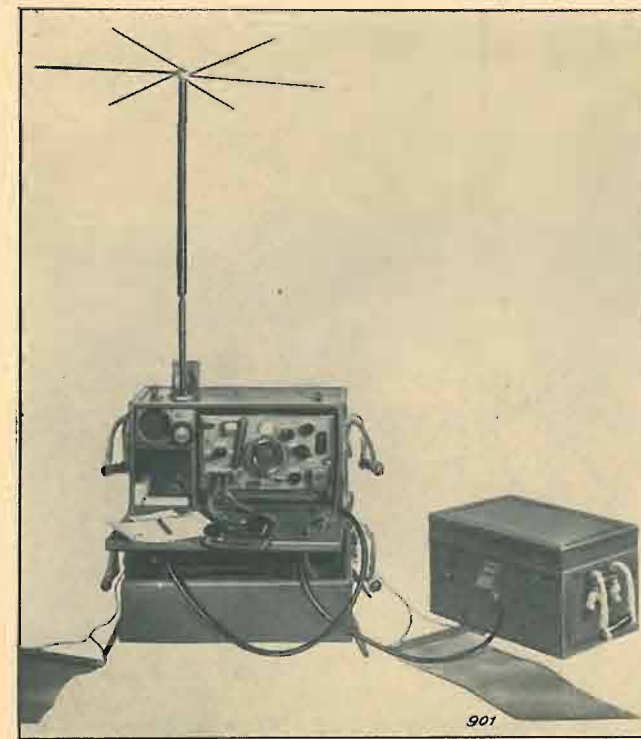



FIG. 1. Stazione completa in cofani della Fabbrica Italiana Magneti Marelli usata per il servizio di radiocomunicazioni durante lo svolgimento delle gare del II circuito automobilistico di Torino.

FIG. 2. Particolare del complesso ricevitore trasmettitore dell'impianto precedente.

— 9 *amplificatori da* 50W con entrata in parallelo ed uscita indipendente su linee distinte per i nove diversi settori di sonorizzazione

— 1 *amplificatore da* 25W per l'alimentazione delle unità di sonorizzazione della tribuna delle autorità e per i box.

— 1 *preamplificatore di potenza* per il comando delle 10 unità amplificatrici.

— 1 *pannello mescolatore* cui facevano capo: 1 microfono a pressione per comunicazioni dalla cabina dell'annunciatore; 1 microfono a pressione per annunci dall'esterno; 1 complesso fonografico per trasmissione di dischi fonografici.

Gli altoparlanti sono stati così distribuiti:

— sulle varie tribune complessivamente: 7 altoparlanti a pioggia; 2 altoparlanti direzionali a mezzo tromba; 12 altoparlanti pensili; 1 altoparlante a visiera.

— sulle varie zone dei prati: 30 altoparlanti direttivi ad alto rendimento del tipo a giglio.

Il criterio seguito nell'adozione del tipo e nella distribuzione delle unità di sonorizzazione è stato quello di ottenere una distribuzione di energia sonora a basso livello pure assicurando una sufficiente intelligibilità in ogni punto della zona servita, anche nei momenti di maggiore rumorosità. Si è evitato perciò, per quanto possibile, il concentramento di altoparlanti per evitare il disturbo di un livello sonoro troppo alto in particolari punti della zona servita.

L'adozione di tipi adatti per diffusori ha evitato sensibili e noiose interferenze.

Un quadro di segnalazione luminoso sistemato in centrale, ha permesso il pronto intervento per le interruzioni alle linee, di sviluppo notevole, causate dall'inclemenza del tempo nei giorni precedenti le gare.

SERVIZIO RADIO-COMUNICAZIONI.

Costituito da una maglia radio-telefonica di 7 stazioni del tipo CTR. 7/12 ad onde corte, ha reso un servizio impeccabile durante le cinque ore di servizio.

(*continua a pag.* 392)

RASSEGNA DELLA STAMPA RADIO-ELETTRONICA

A. V. HAEFF: ***Tubo a memoria.*** (A Memory Tube). «Electronics», XX, n. 9, sett. 1947, p. 80-83, con 3 figure e alcune fotografie.

Dal Naval Research Laboratory di Washington è stato sviluppato un tubo elettronico avente una durata controllabile a piacere ed anche molto lunga di un'immagine immagazzinata su un particolare schermo isolante. Esso è basato sull'impiego di uno *schermo dielettrico* sul quale l'immagine elettronica, costituita cioè da cariche elettriche (elettroni), viene tracciata da un «pennello elettronico» *raggio scrivente*. La conservazione dell'immagine è affidata, oltrechè alla ridottissima conducibilità dello schermo dielettrico, anche ad un particolare processo di conservazione ottenuto mediante il bombardamento dello schermo con un fascio di elettroni di conveniente velocità. Il fascio può essere distribuito su tutta la superfice o focalizzato in un pennello di area limitata; in quest'ultimo caso il «*raggio di conservazione*» deve esplorare continuamente l'intera superfice. Infine l'immagine conservata sullo schermo, oltre che apparire luminescente su esso (purchè lo schermo sia ricoperto di opportune sostanze fluorescenti) può venire esplorata da un terzo «*raggio lettore*» che consente di generare segnali elettrici corrispondenti all'immagine e tali da permettere la riproduzione dell'immagine stessa su uno o più tubi oscillografici. L'immagine elettronica sullo schermo non viene cancellata dal pennello lettore (come succede per esempio nell'iconoscopio) a causa della presenza del «fascio di conservazione». Talvolta il «raggio lettore» adempie altresì le funzioni di quello di conservazione; a tale scopo occorre che gli elettroni del pennello lettore abbiano la voluta velocità necessaria per conservare l'immagine.

Come si vede in figura 1 il tubo è quindi costituito da tre sorgenti elettroniche indipendenti: la prima, modulata in intensità dai segnali che devono tracciare l'immagine, dà origine ad un fascio focalizzato che, esplorando la superfice dello schermo, deposita le cariche elettriche che costituiscono l'immagine; la seconda dà origine al fascio di conservazione che in figura è immaginato diffuso su tutta la superfice; la terza dà origine al fascio lettore. L'esplorazione del raggio scrivente è indipendente e generalmente diversa da quello del raggio lettore e si manifesta in intervalli di tempo diverso. Il potenziale delle tre sorgenti di elettroni è diverso perchè diversa deve essere la velocità di arrivo di questi sullo schermo.

Dopo gli elettrodi di concentrazione dei raggi elettronici vi sono gli elettrodi di deflessione che consentono l'esplorazione dello schermo. Poi vi sono diversi anodi per creare un campo acceleratore uniforme. Infine, davanti allo schermo dielettrico, vi è uno schermo di rete metallica o «*collettore*» che raccoglie gli elettroni secondari emessi dallo schermo dielettrico.

Il meccanismo della scrittura, conservazione e lettura è basato sull'emissione secondaria dello schermo dielettrico illustrata dalla figura 2*a*. Per una bassa velocità degli elettroni incidenti, minore di quella critica corrispondente al potenziale V_0 gli elettroni secondari sono in numero minore di quelli primari, cioè il dielettrico accumula elettroni, e viceversa. La figura 2*b* mostra quindi la corrente di carica sul dielettrico. Al crescere del numero degli elettroni accumulati in un determinato punto ($V < V_0$) il potenziale V di questo punto tende a quello del catodo

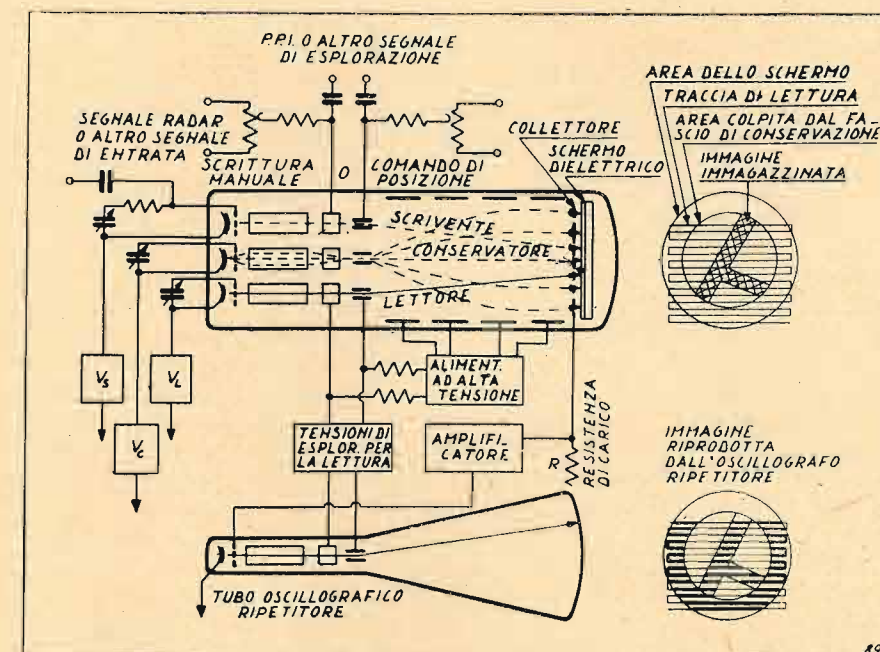



FIG. 1. - Rappresentazione schematica del «tubo a memoria» e dei circuiti relativi.

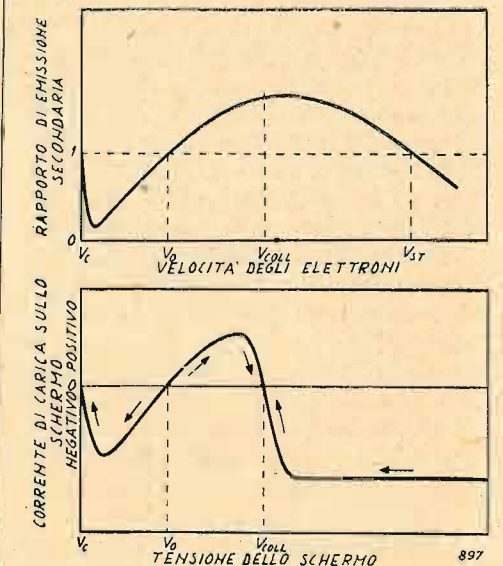



FIG. 2. - Comportamento dello schermo isolante sul quale è immagazzinata l'immagine da conservare.

dal quale giungono gli elettroni. Invece se $V > V_0$ il punto considerato perde elettroni perchè quelli secondari, in numero minore di quelli primari, vengono raccolti dal collettore finchè questo sia a potenziale positivo rispetto al punto considerato. Perciò il potenziale di questo punto tende a quello del collettore. In sostanza ogni punto dello schermo, sotto un bombardamento elettronico appropriato, assume o il potenziale del catodo o quello del collettore secondochè sullo schermo gli elettroni arrivano con velocità minore o maggiore di quella corrispondente al potenziale critico V_0. La velocità di arrivo degli elettroni dipende, oltre che da quella di lancio, anche dal potenziale iniziale del punto considerato e si può ottenere che per i punti inizialmente negativi la velocità risulti inferiore a quella critica e viceversa. Così ogni tendenza a perdere la carica dovuta sia alla dispersione sia al bombardamento di un'altra sorgente di elettroni è contrastata dal bombardamento di conservazione.

Se sullo schermo viene depositata una sostanza fluorescente solo i punti positivi ricevono gli elettroni primari del fascio di conservazione con velocità sufficente per destare la fluorescenza. Malgrado la bassa velocità degli elettroni l'immagine può essere abbastanza luminosa perchè essa è estesa contemporaneamente a tutti i punti dello schermo che sono permanentemente eccitati, a differenza di quanto succede in televisione.

Per tracciare l'immagine il raggio scrivente deve avere densità nettamente prevalente su quello di conservazione. Se la velocità è molto maggiore di quella critica i punti colpiti diventano positivi (infatti in tal caso l'emissione secondaria prevale su quella primaria e il potenziale del punto tende a quello del collettore). Se invece la velocità è minore, in modo che anche sui punti positivi essa non raggiunga quella critica, tali punti divengono negativi. La prima condizione equivale a scrivere in bianco su nero, la seconda in nero su bianco. Con il raggio scrivente di qualche μA e del diametro di 1 mm la velocità di scrittura è di parecchi km/s e cresce proporzionalmente con la corrente. È perciò possibile registrare transitori molto veloci.

Infine per ottenere un segnale elettrico corrispondente all'immagine, il quale consenta la riproduzione di essa, si può usare un raggio lettore, esplorante la superficie col sistema a righe usato in televisione. Tale raggio produce una emissione secondaria di intensità diversa in relazione al potenziale del punto colpito. Questa emissione, raccolta dal collettore, attraversando la resistenza di carico R (fig. 1) dà origine al segnale utile di uscita. L'intensità del raggio lettore deve essere regolata in modo da fornire il massimo segnale senza disturbare la distribuzione sullo schermo. La velocità degli elettroni del fascio lettore è dello stesso ordine di quella del fascio di conservazione e, come s'è detto, il primo raggio può adempiere anche le funzioni del secondo. Poichè la d.d.p. fra le aree positive e quelle negative può essere dell'ordine di un centinaio di volt le corrispondenti differenze di emissione secondaria sono dello stesso ordine di grandezza della corrente che forma il raggio lettore che può essere di diversi μA. Attraversando la resistenza di carico di 1 kΩ tali variazioni determinano tensioni utili di alcuni mV. L'amplificazione richiesta per comandare le griglie di uno o più tubi oscillografici ripetitori (fig. 1) non è quindi molto grande. I generatori a denti di sega che provvedono a fornire le tensioni per il moto di esplorazione del raggio lettore, servono ovviamente anche per l'esplorazione negli oscillografi ripetitori.

La finezza dell'immagine dipende in primo luogo dalla focalizzazione del raggio scrivente ed anche dalla resistività dello schermo che deve essere molto elevata, anche per ottenere una grande stabilità dell'immagine conservata. Con un fascio molto ben focalizzato si possono avere 10 000 aree elementari. L'immagine può essere conservata per ore (con trascurabile perdita di particolari) anche quando essa venga continuamente esplorata dal raggio lettore. Questa stabilità è ottenuta entro un discreto intervallo di valori della densità e velocità del fascio di conservazione. Se la velocità supera questo intervallo aumenta la d.d.p. fra le aree positive e quelle negative e, in seguito all'insufficenza d'isolamento fra i punti dello schermo, le aree positive vanno via via estendendosi. Per una velocità prossima a quella critica invece le aree positive vanno restringendosi. In questi casi l'immagine si cancella gradualmente. Se la velocità degli elettroni è inferiore a quella critica l'immagine si cancella rapidamente. In sostanza la velocità del fascio di conservazione regola la « memoria » del dispositivo.

Questo dispositivo può essere usato per registrare segnali elettrici di ogni genere e per la loro riproduzione multipla e simultanea. In particolare esso può essere usato nel radar e per la registrazione automatica di transitori.

G. D.

J. B. Ledbetter (W8YBG): ***Trasmettitore compatto da 150 watt.*** (A Compact 150 Watt Trasmitter). « Radio News », XXXVIII, n. 1, luglio 1947, p. 38, con 4 figure.

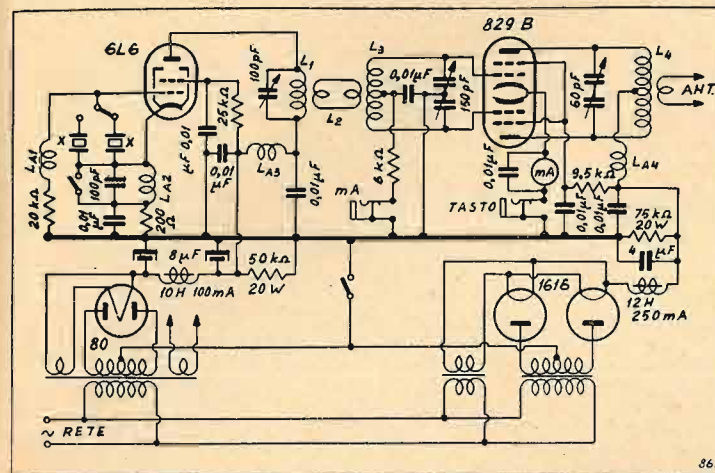
Viene descritto un semplice trasmettitore per le gamme dei 10, 20, 40, 80 m composto di un oscillatore pilota a quarzo accoppiato ad uno stadio di potenza comprendente un tetrodo a fascio del tipo 829-B.

Questo tubo si può usare con diverse tensioni per l'alimentazione anodica però per valori elevati di quest'ultima è consentito solo il funzionamento intermittente (ICAS).

Il circuito oscillatore pilota fa uso di un tubo 6L6 che è idoneo a fornire la necessaria potenza allo stadio finale anche con funzionamento in seconda armonica.

Questo circuito secondo l'autore ha funzionato per alcuni mesi con una potenza anodica di 165 Watt (750 V, 230 mA) senza dare origine ad inconvenienti.

Questi dati sono superiori a quelli stabiliti dalla casa e se non si usano speciali precauzioni è bene che il tubo 829-B funzioni con 600 V e 200 ÷ 210 mA anodici. Sfruttando il funzionamento del tubo alle massime potenze sarà bene schermare in parte il tubo per neutralizzare eventuali accoppiamenti fra placca e griglia della 829-B.

Il tasto di manipolazione è inserito nel circuito catodico del tubo finale a valle di uno strumento da 300 mA; l'inserzione avviene tramite un jack che normalmente è in corto circuito. Nel circuito di griglia del tubo di potenza è previsto un secondo jack onde poter inserire un milliamperometro per verificare la corrente di griglia durante le messa a punto del circuito. Normalmente la corrente circolante è intorno a 10 ÷ 12 mA.

Circuito del trasmettitore. I dati per la costruzione sono i seguenti:
$L_{A\,1.2.3.4}$ = 2,5 mH.
L_1 = 80 metri, 26 spire filo rame stagnato Ø 1 mm; Ø supporto 32 mm; spire serrate.
40 metri, 12 spire filo rame stagnato Ø 1 mm; Ø supporto 32 mm; spire serrate.
20 metri, 6 spire filo rame stagnato Ø 1 mm; Ø supporto 32 mm.
10 metri, 3 spire filo rame stagnato Ø 1 mm; Ø supporto 32 mm.
L_2 = 2 spire di accopp. per parte filo rame Ø 1 mm spaziate 1,5 mm avvolte verso il « lato freddo » di L_1 ed L_3.
L_3 - L_4 = secondo la gamma di frequenza.

Lo stadio di potenza è accordato sulle griglie e sulle placche; la regolazione di sintonia avviene con condensatori doppi (split-stator) mentre le induttanze sono intercambiabili e sono montate su apposito zoccolo in ceramica per il rapido cambio.

Durante questa operazione sarà naturalmente necessario togliere la tensione anodica.

L'oscillatore pilota funziona con controllo a cristallo; per il funzionamento sulle principali gamme ne sono previsti due inseribili mediante interruttore.

Per l'alimentazione sono necessari due alimentatori distinti uno dei quali serve per lo stadio pilota ed usa un tubo 80, l'altro per lo stadio finale, ove vengono usati due tubi 1616 rettificatori monoplacca inseriti secondo lo schema dato.

Volendo usare questo circuito in fonia si potrà prevedere un modulatore facente uso di un tubo 829-B in classe B pilotato da una 6SJ7. Per la trasmissione in fonia lo stadio finale del trasmettitore dovrà funzionare secondo i dati di listino.

R. Z.

H. F. Olson: ***Gamma di frequenze più gradita nell'audizione della voce e della musica*** (Frequency Range Preference for Speech and Music). « Electronics », agosto 1947, p. 80-81, con tre figure.

Nell'audizione della radio e del fonografo il medio ascoltatore preferisce, in genere, una limitata estensione della gamma dei suoni riprodotti nel campo delle frequenze acustiche più elevate. Ciò ingenera la convinzione che il pubblico non apprezzi o non gradisca l'alta fedeltà e che perciò non valga la spesa di curare la medesima nei servizi di radiodiffusione e nelle applicazioni elettroacustiche. Fortunatamente molti tecnici eminenti non sono del medesimo parere e lavorano assiduamente per smantellare questo preconcetto che, radicandosi negli ambienti interessati, determinerebbe una stasi o, quantomeno, un rallentamento del progresso dell'elettroacustica.

Al dott. Olson spetta il merito di avere dimostrato, con una geniale esperienza qui descritta, che il medio ascoltatore preferisce la piena gamma di frequenze nell'ascolto sia della parola, sia della musica; l'esclusione di qualsiasi apparecchiatura elettrica rende inequivocabili i risultati di questi esperimenti. A cosa deve imputarsi, allora, l'avversione del pubblico per una vasta estensione della gamma dei suoni riprodotti? Evidentemente alle distorsioni, alterazioni e disturbi introdotti dalle apparecchiature o intrinsechi dei sistemi di trasmissione e riproduzione tanto più, sgradevoli quanto più la gamma di riproduzione è ampia. Tale avversione cesserà automaticamente quando dette cause determinanti saranno convenientemente attenuate: lo comprovano gli esperimenti di audizione effettuati da N. D. Webster e F. C. McPeak e descritti in una recensione apparsa su questa rivista (« Elettronica », II, 1947, p. 321).

(N. d. Recens.)

Gli esperimenti di audizione effettuati di tanto in tanto da varie organizzazioni sembrano comprovare che nella riproduzione *monofonica* (priva, cioè, dell'effetto *stereofonico* o *spaziale*) della parola e della musica, il medio ascoltatore preferirsce una ristretta gamma di frequenze. Vi sono tre possibili spiegazioni dei risultati di tali prove e cioè:

a) Assuefazione dell'ascoltatore che, in seguito ad anni di ascolto della radio e del fonografo considererebbe il ristretto campo di frequenze riprodotto da questi apparecchi come uno stato di cose naturale.

b) Imperfezioni di progetto degli strumenti musicali che sarebbero di ascolto non del tutto gradevole per la presenza di fondamentali e di armoniche di frequenza elevata.

c) Alterazioni e distorsioni dei suoni riprodotti la cui importanza soggettiva diminuirebbe quando il campo di frequenze viene ristretto.

Le distorsioni e le alterazioni dei suoni riprodotti sono le seguenti:

1. Distorsione di ampiezza; 2. distorsione di non linearità; 3. distribuzione spaziale inopportune: (sorgente di piccola estensione; sorgenti separate in un sistema riproduttore a due canali; caratteristica direzionale non uniforme con la frequenza); 4. sistema a un solo canale (cioè non stereofonico); 5. distorsione di fase; 6. distorsione dei transitori [1]; 7. localizzazione ed equilibramento del microfono imperfetti; 8. acustica dei due locali: di ripresa e di ascolto del suono; 9. riduzione della dinamica; 10. differenza di livello d'intensità tra i suoni originali e quelli riprodotti; 11. disturbi.

Allo scopo di selezionare la giusta spiegazione fra le tre indicate, si sono effettuate delle prove di ascolto con mezzi totalmente acustici (con esclusione di apparecchiature elettriche).

[1] La distorsione dei transitori è una diretta conseguenza della distorsione di fase e della distorsione di ampiezza agenti individualmente o in concomitanza: appare perciò più opportuno non considerarla come tipo a se stante. *(N. d. Recens.)*

All'uopo si è usata come sorgente di suono una piccola orchestra interponendo tra la medesima e gli ascoltatori un filtro acustico costruito in modo da potere essere incluso od escluso a volontà. La pianta del locale e la disposizione generale dell'esperimento sono visibili in figura 1. L'ambiente, che misura metri 7,32 in lunghezza per 6,1 in larghezza e 2,9 in altezza, è stato progettato in guisa da equivalere acusticamente (tempo di riverberazione e caratteristica di frequenza) ad un normale ambiente di abitazione; in esso il livello medio di rumore, in assenza di orchestra e di ascoltatori, è di 30 dB.

Il filtro acustico, che divide l'ambiente in due parti riservate l'una all'orchestra e l'altra agli ascoltatori, comprende due cellule ed è costituito di elementi di 0,305 metri di larghezza per 2,44 di altezza imperniati in alto e in basso in modo da renderne possibile l'inclusione o l'esclusione mediante rotazione dell'intero gruppo di elementi effettuabile con la manovra di una leva. Anteriormente al filtro è stata disposta una cortina in tela per celarne la vista agli ascoltatori. L'attenuazione introdotta dalla cortina è trascurabile. La caratteristica di frequenza del filtro nel campo delle frequenze elevate si avvicina a quella di un radioricevitore commerciale di qualità o di un ottimo riproduttore fonografico: essa è visibile in figura 1.

L'orchestra comprendeva sei suonatori semi-professionisti ed i seguenti strumenti: pianoforte, tromba, violino, clarinetto, contrabasso, tamburi e batteria. Si è provveduto ad equilibrare l'orchestra per le più gradevoli condizioni di ascolto in base al parere di competenti.

m 7,32
ORCHESTRA
FILTRO ACUSTICO
INDICATORE
ASCOLTATORI
CORTINA
m 6,1
PIANTA DEL LOCALE

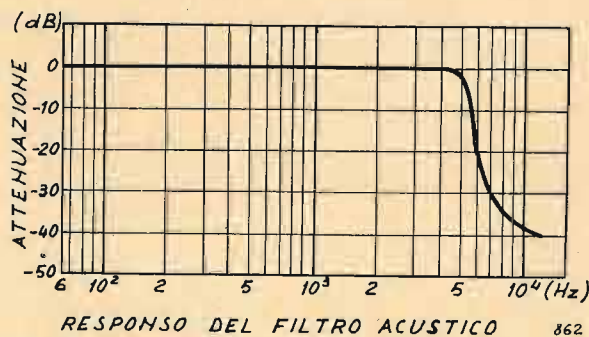
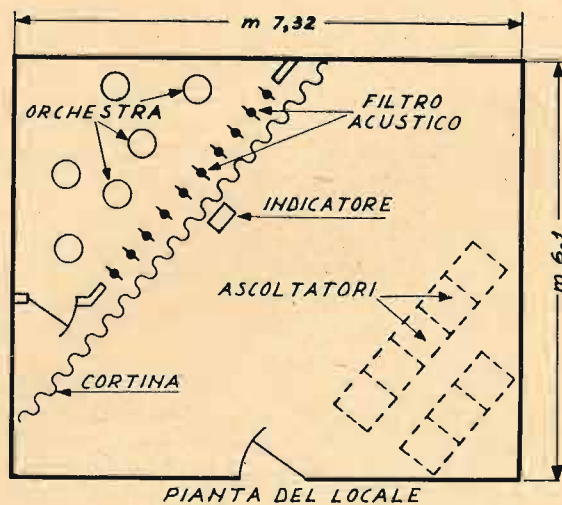



Fig. 1. *In alto*: disposizione generale dell'esperimento. *In basso*: caratteristica di responso del filtro acustico.

È stata eseguita di preferenza musica popolare. Gli ascoltatori, scelti tra casuali visitatori dei laboratori, erano condotti nel locale ed informati che dietro la tenda vi era una sorgente musicale che si poteva ascoltare in due condizioni diverse denominate A e B, commutate ogni 15 secondi e indicate con tali simboli da un apposito indicatore. L'ascoltatore era richiesto di votare per la condizione che preferiva usufruendo di un'urna preparata per tale scopo. Alle prove parteciparono oltre 1000 ascoltatori ed i risultati complessivi indicarono una preponderante preferenza (69 %) per la piena gamma di frequenza. Ulteriori prove furono effettuate con la voce. Se la voce del dicitore era familiare all'ascoltatore questo notava, in seguito all'inserzione del filtro, un peggioramento del timbro. Se la voce era sconosciuta la preferenza di quasi tutti gli ascoltatori era per la gamma integrale. I commenti relativi al caso della gamma ridotta con l'inserzione del filtro acustico erano di questo genere: « voce ottusa », « torbida », « innaturale », « chiusa », « poco intelligibile », ecc.

I risultati di queste prove non coincidono con gran parte di quelli ottenuti con prove di ascolto di suoni riprodotti con apparecchiature elettroacustiche non stereofoniche e conducono ad escludere le cause (*a* e *b*) precedentemente accennate.

Rimane perciò la spiegazione *c*) e cioè: la preferenza del medio ascoltatore per una ristretta gamma di frequenze nell'audizione di suoni riprodotti è da imputarsi alle differenze tra questi ultimi e quelli originali, conseguenti alle distorsioni ed alle alterazioni che sono state elencate.

G. Z.

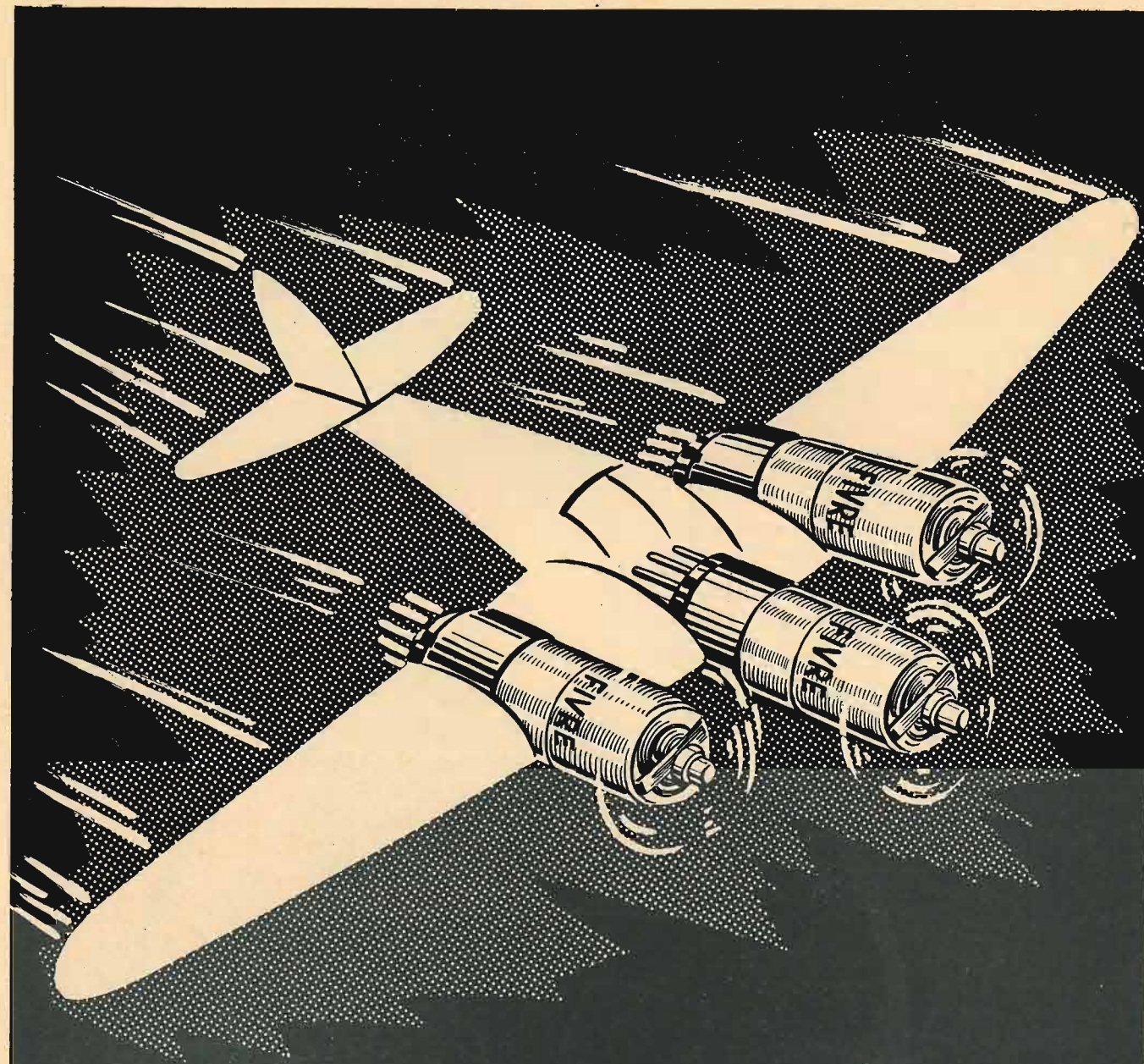
VARIETÀ TECNICHE

(continuazione da pag. 387)

La capomaglia, presso il direttore delle corse, ha permesso a questi di tenere al corrente il pubblico, minuto per minuto, sullo svolgimento della manifestazione, in base alle informazioni che gli pervenivano dai commissari di curva tramite le altre sei stazioni dislocate nei punti strategici del circuito.

La fine della gara ha visto il vincitore della corsa salutare al microfono la vittoria della sua Casa.

Ormai gli impianti sonori ed i servizi radio-telefonici di comunicazione costituiscono un essenziale servizio in queste manifestazioni che il pubblico si è abituato a seguire attraverso essi, dettagliatamente e molto più efficacemente che attraverso i quadri di segnalazione. Inoltre non va trascurata l'importanza assunta da questi impianti nel compito di intrattenere, con trasmissioni di musica e pubblicità, il pubblico durante l'afflusso ed il deflusso dal luogo della manifestazione.

LEONARDO MATTIELLO.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

RIVISTE

(*I sommari non sono completi ma contengono prevalentemente gli articoli attinenti alla radiotecnica*).

Ricerca Scientifica e Ricostruzione. XVII, n. 9-10, settembre-ottobre 1947.

Celebrazioni Marconiane, p. 1323; La parola del Sommo Pontefice, p. 1325; I discorsi di Umberto Merlin, Gustavo Colonnetti, Antonio Carrelli, p. 1329; Memorie presentate al Congresso, p. 1349; Un dynamomètre à capacité (*P. G. Bordoni*), p. 1371; Quanto costano le ricerche scientifiche?, p. 1437.

Ricerca Scientifica e Ricostruzione. XVII, supplemento al n. 7-8 luglio-agosto 1947.

L'Antenna. XIX, n. 19-20, ottobre 1947.

Modulazione di frequenza (*G. Mannino-Patanè*), p. 407; Ricevitore supereterodina individuale (*N. Callegari* e *O. Teruzzi*), p. 414; La ricezione panoramica (*P. Soati*), p. 420.

Tecnica Elettronica. II, n. 5, novembre 1947.

L'assemblea straordinaria della A.R.I. dell'11 ottobre 1947, p. 405; Circuiti elettrici a regime non sinusoidale e non permanente (continuazione) (*L. Terra*), p. 413; Considerazioni sul circuito a doppia conversione di frequenza (*M. Santoro*), p. 427; La carta per condensatori e la sua produzione (*W. P. Schweitzer*), p. 433; Modulazione di frequenza e di fase (*A. Tescari*), p. 443; Congresso marconiano a Roma, p. 449; Un trasmettitore semplice ed economico da 20 W per 7 e 14 MHz (*G. Gerardi*), p. 463; Formule per risuonatori a cavità (fuori testo).

Radio Industria. n. 129-130.

Marconi per la patria e per l'umanità (*L. Solari*), p. 32/368; La radiotelegrafia. Origini e sviluppi (*V. De Pace*), p. 36/372; La radio nella navigazione marittima (*V. Savino*), p. 41/377; Guglielmo Marconi e le applicazioni radio aeronautiche (*A. Marino*), p. 59/395; Evoluzione della radiodiffusione (*A. Banfi*), p. 67/403; Misure correnti e misure di precisione della frequenza dei radiotrasmettitori (*G. P. Calligioni*), p. 71/407; Microonde (*N. Carrara*), p. 73/409; La radiodiffusione nella vita dei popoli (*F. Radice*), p. 77/413; Tubi elettronici nella storia delle radio trasmissioni e del progresso tecnico e scientifico (*L. Piatti*), p. 79/415; Elettronica (*M. Boella*), p. 82/418; Marconi e la radio italiana (*R. Chiodelli*), p. 85/421; Sviluppi e problemi della FM (*G. Monti Guarnieri*), p. 87/423; L'arte dei segnali prima della scoperta della radiotelegrafia (*S. Rosani*), p. 91/427; I fondamenti scientifici nell'opera di Guglielmo Marconi (*G. Pession*), p. 93/429; Cavi Hertziani (*F. Vecchiacchi*), p. 97/433; La modulazione a impulsi (*E. Gnesutta*), p. 101/437, Mostra marconiana, p. 107/443.

Tecnica Italiana. II, n. 4, agosto 1947.

The General Radio Experimenter. XXII, n. 4, settembre 1947.

Le Haut-parleur. XXXIII, n. 803 e 804, novembre 1947.

Bulletin Mensuel de l'U.I.R. n. 262, novembre 1947.

Annales des Télécommunications. II, n. 6, giugno 1947.

La Radio Française. Ottobre 1947.

Revue Technique Philips. VIII, n. 9, 10, 11 e 12, settembre, ottobre, novembre e dicembre 1946.

Electrical Communication. XXIV, n. 2, giugno 1947.

The Engineers' Digest. III, n. 2, novembre 1947.

National Bureau of Standards. XXXI, n. 10, ottobre 1947.

La Radio Revue. I, n. 10, ottobre 1947.

Radio Craft. XIX, n. 2, novembre 1947.

Radio News. XXXVIII, n. 5, novembre 1947.

Philips Research Reports. II, n. 1, 2, 3, 4, 5, febbraio, aprile, giugno, agosto, ottobre 1947.

B. B. C. Year Book 1947. Annuario della British Broadcasting Corporation.

TIPOGRAFIA L. RATTERO. VIA MODENA 40 / TORINO

ELETRICAL METERS
STRUMENTI ELETTRICI DI MISURA
MODELLI DEPOSITATI
MILANO - VIA BREMBO N. 3

MISURATORE UNIVERSALE TASCABILE

MODELLO 945

IL PIÙ PICCOLO STRUMENTO PER RADIO RIPARATORI E PER USO INDUSTRIALE
Ampio quadrante con 4 scale in 3 colori. Complesso in bakelite. Contatti in lega speciale di metalli nobili.

CARATTERISTICHE TECNICHE

Assorbimento: 1000 Ω/Volt
Precisione { ± 1% in continua; ± 2% in alternata
Volt 1-5-10-50-250-500 } alternata e continua
m A 1 - 10 - 100 - 500 }
0 - 1000 } Ω (due portate)
0 - 100 000 }
0 - 5 M Ω alimentazione c. a. } sull'annesso pettine
Capacità 2 portate „ „ } di riferimento
Pila interna - Regolazione di messa a zero - *Strumento schermato* - Peso gr. 350 - Ingombro 94x92x36 mm.
Si forniscono a parte shunt sino a 20 A. e resistenze addizionali sino a 2000 Volt.